

**В.Н. Слюсарев,**

доктор сельскохозяйственных наук

Кубанский государственный аграрный университет

**Ключевые слова:** чернозём, формы серы, урожайность, содержание протеина, содержание масла, соя, озимый рапс

Чернозёмы выщелоченные Западного Предкавказья по содержанию и запасам серы объединены в группу низко обеспеченную подвижными сульфатами. Они содержат менее 0,6 мг/100 г почвы подвижной серы, валовой – 24,7–39,3 мг/100 г почвы, из которой 2,2–6,2 % приходится на минеральную форму. Запасы минеральной и подвижной серы составляют 47,5 и 9,58 кг/га. Применение серосодержащих препаратов на фоне основных минеральных удобрений способствовало существенному увеличению урожайности семян сои (на 0,03–0,05 т/га) и рапса (на 0,13 т/га), а также сбору протеина и масла этих культур с одного гектара.

Установлена самая высокая окупаемость 1 кг действующего вещества серосодержащих удобрений прибавками урожая семян и сбора масла.

UDC 631.811.7:631.445]:633.85(470.62/.67)

**Application of sulfurous fertilizers under oil crops on leached chernozem**

**Tishkov N.M.**, doctor of agriculture

**Dryakhlov A.A.**, candidate of agriculture

FGBNU VNIIMIK

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254-13 59, 8-918-410-79-45

vniimk-zem@yandex.ru

**Slyusarev V.N.**, doctor of agriculture

Kuban state agricultural university

**Key words:** chernozem, sulphur forms, yield, protein content, oil content, soybean, winter rapeseed

The leached chernozems of Western Ciscaucasia, according to its sulfur content and stocks, are related into group with low content of movable sulfates. The content of movable sulfur is less than 0.6 mg/100 g of soil, the content of total sulfur is 24.7–39.3 mg/100 g of soil, including 2.2–6.2% of mineral forms. The stocks of mineral and movable sulfur are up to 47.5 and 9.58 kg/ha. Application of sulfurous preparations combined with main mineral fertilizers promoted the significant increase of yield of soybean seeds (up to 0.03–0.05 t/ha) and rapeseed seeds (up to 0.13 t/ha) as well as protein and oil yield of these crops per a hec-

УДК 631.811.7:631.445]:633.85(470.62/.67)

**ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ  
УДОБРЕНИЙ ПОД МАСЛИЧНЫЕ  
КУЛЬТУРЫ НА ЧЕРНОЗЁМАХ  
ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ**

**Н.М. Тишков,**

доктор сельскохозяйственных наук

**А.А. Дряхлов,**

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-13 59, 8-918-410-79-45

E-mail: vniimk-zem@yandex.ru

tare. The highest payback of a kilo of reactant of sulphurous fertilizers by seeds and oil yields increases was determined.

**Введение.** Получение высоких урожаев, высококачественного белка и масла при возделывании масличных культур является перспективным и актуальным направлением в АПК РФ. При решении этой проблемы особое значение приобретает разработка приемов эффективного использования элементов питания и снижения их потерь. Большая роль в связи с этим принадлежит сере, которая так же, как и азот, входит в состав белков.

В почвах сера встречается в минеральной и органической формах. Минеральную форму элемента представляют гипс, ангидрит, пирит, сфалерит, а также сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов. В гумусово-аккумулятивных горизонтах сера накапливается преимущественно в форме органических соединений. В их состав входит основная часть почвенной серы. В результате микробиологических процессов она окисляется до сульфатов, которые затем усваиваются растениями. Из-за слабого поглощения сульфаты содержатся в почвах в очень небольших количествах [6; 7]. Легкорастворимые и адсорбированные сульфаты являются основным источником доступной для растений серы [10]. Количество их меняется в зависимости от гранулометрического состава почвы, количества обменных катионов и природы глинистых минералов, а также связано с окислами железа и алюминия. Слаборастворимые сульфаты представлены соединениями бария и стронция [8].

Действие серных удобрений на рост и развитие растений связано с изменением доступности питательных элементов в почве и проявляется в непосредственном участии серы в метаболизме растений.

Интенсивные исследования по эффективности форм, видов, сроков и способов внесения серных удобрений под рапс, проведённые канадскими учёными на серых, тёмно-серых лесных почвах и черно-

зёмах, с внесением гранулированных серосодержащих удобрений, суспензий, а также элементарной серы поверхностно вразброс или путём опрыскивания показали, что суспензии и порошковидная элементарная сера были близки по эффективности к сульфатным формам серных удобрений, а жидкие удобрения были более эффективны. Гранулированные формы и элементарная сера заметно повышали эффективность во второй год, но уступали формам сульфатным, суспензионным и порошковидным [13]. На чернозёмных почвах повышалось содержание масла и серы в семенах рапса, а также уменьшалось количество хлорофилла. Внесение сульфата натрия под предшественник (пшеница) обеспечивало последствие серы на рапсе, повышая содержание масла и серы в семенах, при одновременном снижении в них хлорофилла и азота. Эффективность серосодержащих удобрений не зависела от способа основной обработки почвы [12].

Установлено существенное повышение в растениях рапса содержания сульфата, цистеина, глутатиона, гликозинолата при внесении серосодержащих удобрений. Выявлены механизмы S-индуцируемой устойчивости рапса к грибу *Pirenopeziza brassicae* [11]. Рапс, как предшественник, может способствовать увеличению доступности серы для последующих в севообороте культур. При средней обеспеченности почвы подвижной серой применение серных удобрений в половине случаев приводило к повышению масличности семян рапса [14].

В США установлено увеличение прибавок урожайности сои от внесения серы на фонах N, P, K, Ca и NPK. Сера положительно влияла на образование клубеньковых бактерий и химический состав растений сои [15].

Под влиянием серы в урожае бобовых культур становится больше азота, фосфора, кальция, а также микроэлементов. Сера увеличивает накопление сухого вещества растениями сои, способствует

повышению массы 1000 семян и урожайности [9]. При этом в общем объеме накопленного азота повышается доля белкового, а доля небелковых азотистых веществ уменьшается.

Серосодержащие удобрения активизируют жизнеспособность клубеньковых бактерий, что усиливает симбиотическую фиксацию атмосферного азота [3].

Установлено положительное влияние ввода в полнорационные комбикорма низкогликозинолатных безэруковых семян рапса на мясо молодняка гусей. Такой приём обеспечивает высокую интенсивность роста птицы, конверсию кормов в продукцию и высокую рентабельность производства [4].

Таким образом, вопросы оптимизации минерального питания серой рапса, сои и других культур, возделываемых на чернозёмах Краснодарского края, являются весьма актуальными и перспективными направлениями исследований.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях. Объектами исследований содержания и распределения форм серы являлись чернозёмы выщелоченные обычного рода Азово-Кубанской низменности. Общая площадь их в Краснодарском крае составляет 240,7 тыс. га.

Полевые опыты по изучению применения серных удобрений проводились в 2009–2010 гг. во Всероссийском НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар). Опытные культуры: скороспелый сорт озимого рапса Меот и раннеспелый сорт сои Альба. Опыт полевой, повторность 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное. Удобрения вносили: на сое – в дозе  $N_{40}$ ,  $N_{40}S_2$  и  $N_{40}S_4$  в подкормку в фазе ветвления ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га в вечернее время после захода солнца, на рапсе озимом – в дозе  $P_{60}K_{40}$  осенью при посеве и в сочетании  $P_{60}K_{40}$  с  $N_{60}$  и  $N_{60}S_6$  весной в подкормку. Уборку урожая проводили комбайном «Нега». По-

сле обмолота урожай с каждой делянки взвешивался, после этого отбирались пробы семян для определения содержания сора, влажности и содержания масла и белка. Урожайность приводили к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности у сои и 12%-ной – у рапса. Перед уборкой урожая с закрепленных стационарных площадок отбирали пробы растений для определения структурных элементов урожая в соответствии с разработанной во ВНИИМК методикой [5].

Валовую и минеральную серу в почвах определяли по Р.Х. Айдиняну, подвижную серу – турбидиметрически, по методике ЦИНАО. В свежих почвенных образцах определяли: содержание влаги – термостатно-весовым методом, нитратного азота – по ГОСТ 26488-85, аммонийного азота – по ГОСТ 26489-85, гидролитическую кислотность – по ГОСТ 26212-84, а в сухих образцах – содержание гумуса по ГОСТ 26213-84, сумму обменных оснований – методом Каппена-Гильковица, активную кислотность – на потенциометре.

Математическая обработка и пересчет результатов почвенных анализов проводили по методике в изложении Н.Г. Зырина [1]:  $M$  – средняя арифметическая величина,  $n$  – число параллельных определений,  $m$  – ошибка среднего арифметического,  $\delta$  – средняя квадратическая ошибка,  $V$  – коэффициент варьирования,  $P$  – относительная ошибка среднего арифметического,  $t$  – критерий достоверности. Статистическую обработку урожайных данных проводили дисперсионным методом.

**Результаты и обсуждение.** Исследуемые чернозёмы относятся к южно-европейской фации, где сумма активных температур колеблется от 3000 до 3600 °С, а годовая норма осадков – от 400 до 660 мм. Они отличаются невысоким содержанием гумуса и большой мощностью гумусовых горизонтов.

Таблица 2

**Распределение форм серы в профиле чернозёмов выщелоченных, мг на 100 г почвы (n = 6)**

Горизонт	Валовая		Минеральная		Подвижная	
	M ± m	V, %	M ± m	V, %	M ± m	V, %
A <sub>п</sub>	33,4 ± 1,30	09,54	2,08 ± 0,13	14,78	0,27 ± 0,03	24,4
A	30,2 ± 1,28	10,35	2,28 ± 0,07	07,89	0,30 ± 0,04	34,9
AB <sub>1</sub>	25,2 ± 0,27	02,86	3,16 ± 0,05	04,20	0,23 ± 0,02	26,1
AB <sub>2</sub>	23,8 ± 0,29	03,04	3,67 ± 0,06	04,25	0,22 ± 0,01	13,9
B	22,4 ± 0,27	03,00	4,22 ± 0,09	04,66	0,19 ± 0,01	10,2
C	19,8 ± 1,12	13,90	4,57 ± 0,09	04,99	0,19 ± 0,01	10,4

Чернозёмы выщелоченные обычного рода распространены в основном южнее типичных черноземов по линии станций Новомышастовская – Новотиторовская – Динская – Воронежская. На левобережье Кубани они расположены севернее линии Лабинск – Великовечное на водоразделе Лаба – Белая. От чернозёмов типичных отличаются в основном выщелачиванием карбонатов за пределы гумусовых горизонтов.

Нашими исследованиями установлено, что по содержанию гумуса изучаемые черноземы относятся преимущественно к слабогумусным (табл. 1).

Таблица 1

**Статистические показатели свойств черноземов выщелоченных**

Горизонт	Гумус, % (M ± m)	V, %	Сумма обменных оснований, мг-экв. на 100 г почвы (M ± m)	V, %	pH <sub>H2O</sub> (M ± m)	V, %
	N = 6		N = 12		n = 12	
A <sub>п</sub>	3,18 ± 0,15	11,3	37,2 ± 1,51	4,05	6,66 ± 0,052	2,71
A	2,52 ± 0,12	11,1	37,2 ± 1,25	3,37	6,60 ± 0,040	2,08

Довольно высокая сумма обменных оснований черноземов выщелоченных частично унаследована от материнских лёссовых суглинков и глин, а частично приобретена в процессе почвообразования, особенно гумусонакопления. В составе гуминовых кислот основное количество приходится на фракцию, связанную с кальцием, значительно меньшее – на фракцию, связанную с глинистыми минералами [2].

Черноземы выщелоченные имеют достоверные различия в количестве валовой серы между горизонтами A<sub>п</sub> и AB. Содержание его в материнских породах существенно отличается от гумусовых горизонтов (табл. 2).

Характер распределения минеральной серы в профиле отличается от валовых и резервных форм: содержание увеличивается к материнской породе. Наиболее обеспечены подвижными сульфатами пахотные слои чернозёмов.

Таким образом, чернозёмы выщелоченные Западного Предкавказья имеют в гумусово-аккумулятивном горизонте относительно невысокое количество валовой серы, 94–96 % которой находится в недоступной растениям резервной форме. Только 4,5–6,5 % валового количества приходится на содержание минеральной серы, из которого 13–42 % составляют наиболее доступные растениям подвижные формы элемента.

По содержанию и запасам серы в пахотных и гумусово-аккумулятивных горизонтах исследуемые почвы объединены в группу низко обеспеченную подвижными сульфатами. Они содержат менее 0,6 мг/100 г почвы подвижной серы, валовой – 24,7–39,3 мг/100 г почвы, из которой 2,2–6,2 % приходится на минеральную форму. Запасы минеральной и подвижной серы составляют 47,5 и 9,58 кг/га. Сельскохозяйственные культуры, возделываемые на почвах этой группы, могут испытывать недостаток в серном питании в порядке возрастания их потребности к сере (зерновые – бобовые – крестоцветные – маревые).

Почва Центральной экспериментальной базы ВНИИМК – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистого гранулометрического состава. Пахотный слой характеризуется повышенным содержанием подвижного фосфора, высоким – обменного калия; средним – подвижных форм марганца, кобальта, меди, цинка; низким – серы, бора и молибдена.

Применение серосодержащих удобрений приводило к увеличению показателей структуры урожая сои: числа бобов на

одном растении, числа семян с одного растения, массы 1000 семян, и не влияло на число семян в одном бобе. Оказывая в целом положительное влияние на сою, удобрения способствовали формированию более высокой продуктивности сорта сои Альба (табл. 3).

Таблица 3

**Продуктивность сои в зависимости от удобрений**

Вариант опыта	Средняя урожайность семян		Средний сбор протеина	
	т/га	к контролю, т/га	кг/га	к контролю, кг/га
1. Контроль (без удобрений)	2,39	0	753	0
2. N <sub>40</sub> S <sub>4</sub>	2,73	0,34	875	122
3. N <sub>40</sub> S <sub>2</sub>	2,71	0,32	865	112
4. N <sub>40</sub>	2,68	0,29	854	101
НСР <sub>05</sub>	0,05		18,9	

Испытываемые удобрения, в сравнении с контролем, повышали урожайность семян сои на 0,29–0,34 т/га, или на 12,1–14,2 %. Более высокие прибавки урожая получены при использовании серосодержащего удобрения в дозе N<sub>40</sub>S<sub>4</sub> – 0,34 т/га. В сравнении с применением N<sub>40</sub> в форме карбамида, урожайность семян от внесения серосодержащих удобрений возрастала на 0,03–0,05 т/га, что свидетельствует о положительном влиянии серы на формирование урожая.

На содержание в семенах сои протеина и масла изучаемые удобрения не оказывали существенного влияния. Однако при среднем содержании протеина в семенах по вариантам опыта (39,0–39,2 %) установлена устойчивая тенденция увеличения его количества на вариантах с внесением серосодержащих удобрений.

Поскольку соя – белково-масличная культура, важными показателями ее продуктивности являются сборы с урожаем семян протеина. Применение N<sub>40</sub> способствовало увеличению сбора протеина на 101 кг/га, N<sub>40</sub>S<sub>2</sub> – на 112 кг/га, а N<sub>40</sub>S<sub>4</sub> – на 122 кг/га (см. табл. 3). По сравнению с N<sub>40</sub> внесение N<sub>40</sub>S<sub>2</sub> и N<sub>40</sub>S<sub>4</sub> способствовало увеличению сбора белка на 0,11–

0,21 кг/га. Прибавки сбора протеина от удобрений обусловлены, главным образом, их влиянием на уровень урожая сои.

Удобрения, содержащие в своем составе серу, показали более высокую окупаемость одного килограмма действующего вещества прибавками урожая семян и сбора протеина в сравнении с азотным удобрением (табл. 4). По окупаемости удобрений прибавками урожая семян они превосходили карбамид на 5,5 и 4,1 %, прибавками сбора протеина – на 12,0 и 8,0 %.

Таблица 4

**Окупаемость изучаемых удобрений прибавкам урожая семян и сбора протеина**

Доза удобрения	Прибавка к контролю		Окупаемость 1 кг д.в. удобрения прибавками	
	урожая семян, т/га	сбора протеина, кг/га	урожая семян, кг	сбора протеина, кг
N <sub>40</sub> S <sub>4</sub>	0,34	122	7,7	2,8
N <sub>40</sub> S <sub>2</sub>	0,32	112	7,6	2,7
N <sub>40</sub>	0,29	101	7,3	2,5

Исследования эффективности удобрений на рапсе озимом показали, что по сравнению с контролем внесение с осени P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> повышало урожайность рапса озимого на 0,19 т/га, сочетание внесения P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> осенью с N<sub>60</sub> весной в подкормку – на 0,50 т/га, а с N<sub>60</sub>S<sub>6</sub> – на 0,63 т/га (табл. 5).

Таблица 5

**Продуктивность рапса озимого в зависимости от удобрений**

Вариант опыта	Средняя урожайность семян		Средний сбор масла	
	т/га	к контролю, т/га	т/га	к контролю, т/га
1. Контроль (без удобрений)	3,46	0	1,36	0
2. P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> осенью	3,65	0,19	1,43	0,07
3. P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> осенью + N <sub>60</sub> весной	3,96	0,50	1,53	0,17
4. P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> осенью + N <sub>60</sub> S <sub>6</sub> весной	4,09	0,63	1,59	0,23
НСР <sub>05</sub>	0,08	-	0,05	-

На фоне осеннего применения P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> при внесении в подкормку N<sub>60</sub> урожайность семян возрастала на 0,31 т/га, а при N<sub>60</sub>S<sub>6</sub> – на 0,44 т/га. При равном количестве азота в составе изучаемых удобрений (N<sub>60</sub>) наличие

серы в удобрении ( $N_{60}S_6$ ) способствовало увеличению урожайности на 0,13 т/га на фоне среднего содержания подвижной серы в черноземе выщелоченном.

Содержание масла в семенах рапса озимого не зависело от применяемых в опыте удобрений и в среднем по вариантам опыта варьировало от 41,0 до 42,0 % в 2009 г. и от 46,3 до 47,9 % – в 2010 г.

Сбор масла определяется урожайностью и содержанием масла в семенах. Несмотря на слабое влияние вносимых удобрений на уровень содержания масла в семенах, они способствовали увеличению его сбора с ростом урожайности (табл. 5). На фоне осеннего внесения  $P_{60}K_{40}$  сбор масла возрастал от весенней подкормки азотом в дозе  $N_{60}$  на 0,10 т/га, а от  $N_{60}S_6$  – на 0,16 т/га.

Самая высокая окупаемость 1 кг д.в. удобрения прибавками урожая семян и сбора масла получена при использовании весной в подкормку  $N_{60}S_6$  на фоне осеннего внесения  $P_{60}K_{40}$  – 3,8 и 1,4 кг соответственно, что в два раза выше по сравнению с осенним внесением  $P_{60}K_{40}$  и на 22,6 % – в сравнении с применением карбамида в дозе  $N_{60}$  (табл. 6).

Таблица 6

**Окупаемость удобрений прибавками урожая семян и сбора масла**

Доза удобрения	Прибавка к контролю		Окупаемость 1 кг д.в. удобрения прибавками	
	урожая семян, т/га	сбора масла, т/га	урожая семян, кг	сбора масла, кг
$P_{60}K_{40}$ осенью	0,19	0,07	1,9	0,7
$P_{60}K_{40}$ осенью + $N_{60}$ весной	0,50	0,17	3,1	1,1
$P_{60}K_{40}$ осенью + $N_{60}S_6$ весной	0,63	0,23	3,8	1,4

По показателям продуктивности сои и рапса озимого и окупаемости удобрений в погодных условиях вегетационного периода культур 2008–2010 гг. более высокая эффективность, в сравнении с применением  $N_{40}$  и  $N_{60}$  в форме карбамида, выявлена при внесении под сою  $N_{40}S_4$ , а под рапс озимый –  $N_{60}S_6$  на фоне осеннего использования  $P_{60}K_{40}$ .

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости широкого использования серосодержащих удобрений при

выращивании сельскохозяйственных культур с высоким качеством урожая.

**Заключение.** Чернозёмы выщелоченные Западного Предкавказья по содержанию и запасам серы объединены в группу низко обеспеченную подвижными сульфатами. Они содержат менее 0,6 мг/100 г почвы подвижной серы, валовой – 24,7–39,3 мг/100 г почвы, из которой 2,2–6,2 % приходится на минеральную форму. Запасы минеральной и подвижной серы составляют 47,5 и 9,58 кг/га.

Применение серосодержащих препаратов на фоне основных минеральных удобрений способствовало существенному увеличению урожайности семян сои (на 0,03–0,05 т/га) и рапса (на 0,13 т/га), а также сбору протеина и масла этих культур с одного гектара.

Установлена самая высокая окупаемость 1 кг действующего вещества серосодержащих удобрений прибавками урожая семян и сбора масла.

Список литературы

1. Зырин Н.Г., Орлов Д.С., Воробьев Л.А. Справочные и расчетные таблицы для физико-химических методов исследования почв. – М.: МГУ, 1965. – 131 с.
2. Коробской Н.Ф., Слюсарев В.Н., Баракина Е.Е., Швец А.А. Биологическая активность чернозёма выщелоченного Западного Предкавказья под озимой пшеницей // Труды Кубанского госагроуниверситета. – 2012. – № 2 (35). – С. 232–245.
3. Лавриненко Т.Т. Сера в питании культурных растений // Сел. хоз-во за рубежом (Растениеводство). – 1968. – № 8. – С. 13–15.
4. Мартынеску Е.А., Осенчук Д.В. Полножирные семена рапса 00-типа в рационах для гусят // Труды Кубанского госагроуниверситета. – 2013. – № 2 (41). – С. 136–139.
5. Методика проведения полевых опытов с масличными культурами / Под ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., доп. – Краснодар: ООО РИА «АлВидизайн», 2010. – 327 с.
6. Пейве Я.В. Биохимия почв. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 422 с.
7. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений. – М., 1971. – 335 с.
8. Слюсарев В.Н. Свойства чернозёма выщелоченного Западного Предкавказья и обеспеченность его серой // Труды Кубанского госагроуниверситета. – 2006. – № 2. – С. 157–166.
9. Целковский Г.А. Влияние элементарной серы на химический состав растений и урожайность сои на бурых лесных почвах // Условия

произрастания и урожай сои. – Новосибирск, 1978. – С. 41–46.

10. Bergseth H. Verteilung von Gesamt-Schwefel und Sulfationen ver Schieder Bindungsterke in norwegischen waldboden // Acta agr. – Scand. – 1978. – V. 28. – № 3. – P. 313–322.

11. Bloem Elke, Salas Ioana, Haneklaus Silvia. Einfluss der Schwefelversorgung auf die unterschiedlichen Schwefelfractionen bei verschiedenen Rapslinien // Bundesforschungsanst. Landwirt (FAL). – Braunschweig, 2002. – P. 1.

12. Grant C.A., Clayton G.W. Johnston A.M. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada // Can. J. Plant Sci. – 2003. – V. 83. – № 4. – С. 745–758.

13. Malhi S.S., Solberg E.D., Nyborg M. Influence of formulation of elemental S fertilizer on yield, quality and S uptake of canola seed // Can. J. Plant Sci. – 2005. – V. 85. – № 4. – P.793–802.

14. Peller D., Mercier Edith, Balestra Ursula. Optimisation de la fumure soufrée par estimation du risque de carence. 15. Colza d`autumn // Rev. suisse agr. – 2003. – V. 35. – № 4. – P. 161–167.

15. Tisdale S.L. Sulphur in forage quality and ruminant nutrition // Sulphur Institute Technical Bulletin. – 1977. – № 2. – P. 2–4.

#### References

1. Zyryn N.G. Spravochnye i raschetnye tablitsy dlya fiziko-himicheskikh metodov issledovaniya pochv / N.G. Zyryn, D.S. Orlov, L.A. Vorob'ev. – M.: MGU, 1965. – 131 s.

2. Korobskoy N.F. Biologicheskaya aktivnost' chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya pod ozimoy pshenitsey / N.F. Korobskoy, V.N. Slyusarev, E.E. Barakina, A.A. Shvets // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta, 2012. – № 2 (35). – S. 232–245.

3. Lavrinenko T.T. Sera v pitanii kul'turnykh rasteniy / T.T. Lavrinenko // Sel. hoz-vo za rubezhom. (Rasteniyevodstvo). – 1968. – № 8. – S. 13–15.

4. Martynenko E.A. Polnozhirnye semena rapsa 00-tipa v ratsionah dlya gusyat / E.A. Martynenko, D.V. Osepchuk // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta, 2013. – № 2 (41). – S. 136–139.

5. Metodika provedeniya polevykh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod red. V.M. Lukomtsa. – 2-e izd., dop. – Krasnodar: OOO RIA «AlVi-dizayn», 2010. – 327 s.

6. Peyve Ya. V. Biohimiya pochv / Ya. V. Peyve. – M.: Sel'hozgiz, 1961. – 422 s.

7. Peterburgskiy A.V. Agrokimiya i fiziologiya pitaniya rasteniy / A.V. Peterburgskiy. – M., 1971. – 335 s.

8. Slyusarev V.N. Svoystva chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya i obespechennost' ih seroy / V.N. Slyusarev // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta, 2006. – № 2. – S. 157–166.

9. Tselkovskiy G.A. Vliyanie elementarnoy sery na himicheskiy sostav rasteniy i urozhaynost' soi na buryh lesnykh pochvah / G.A. Tselkovskiy // Usloviya proizrastaniya i urozhay soi. – Novosibirsk, 1978. – S. 41–46.

10. Bergseth H. Verteilung von Gesamt-Schwefel und Sulfationen ver Schieder Bindungsterke in norwegischen waldboden / H. Bergseth H. // Acta agr. – Scand. – 1978. – V. 28. – № 3. – P. 313–322.

11. Bloem Elke. Einfluss der Schwefelversorgung auf die unterschiedlichen Schwefelfractionen bei verschiedenen Rapslinien / Bloem Elke, Salas Ioana, Haneklaus Silvia // Bundesforschungsanst. Landwirt (FAL). – Braunschweig, 2002. – P. 1.

12. Grant C.A. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada / C.A. Grant, G.W. Clayton, A.M. Johnston // Can. J. Plant Sci. – 2003. – V.83. – № 4. – С.745–758.

13. Malhi S.S. Influence of formulation of elemental S fertilizer on yield, quality and S uptake of canola seed / S.S Malhi, E.D. Solberg, M. Nyborg // Can. J. Plant Sci. – 2005. – V.85. – № 4. – P.793–802.

14. Peller D. Optimisation de la fumure soufrée par estimation du risque de carence. 1. Colza d`autumn / Peller D., Mercier Edith, Balestra Ursula // Rev. suisse agr. – 2003. – V.35. – № 4. – P. 161–167.

15. Tisdale S. L. Sulphur in forage quality and ruminant nutrition / S. L. Tisdale // Sulphur Institute Technical Bulletin. – 1977. – № 2. – P. 2–4.