

ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

О.В. Илюшкина, кандидат сельскохозяйственных наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма

E-mail: olga-cheboha@mail.ru

Ключевые слова: почва, чернозем, агрохимическая характеристика, микроэлементы, плодородие.

Реферат. Представлены сведения по структуре почвенного покрова Республики Крым и содержанию основных элементов питания в почве. Проведен анализ многочисленных литературных источников и статистической информации для отображения основных проблем, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства. Главная проблема заключается в недостаточной обеспеченности возделываемых сельскохозяйственных культур питательными и органическими веществами. Слабое накопление органического вещества и питательных элементов приводит к их дефициту и недобору величины и качества получаемой продукции. Недостаточное внесение органических удобрений не позволяет в полной мере восполнить плодородие почв. Несмотря на то, что основную долю в структуре почвенного покрова полуострова Крым занимают черноземные почвы и их разновидности, наблюдается низкое содержание подвижного фосфора и органического вещества. Содержание обменного калия характеризуется как повышенное. Из микроэлементов низким содержанием характеризуются запасы цинка, кобальта, меди и марганца, содержание молибдена и бора имеет высокие показатели. За счет того, что их концентрация не превышает предельно допустимого уровня, сельскохозяйственные производители имеют возможность получать экологически чистую продукцию.

SOIL FERTILITY ISSUES OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

O.V. Ilyushkina, PhD in Agricultural Sciences

Research Institute of Agriculture of Crimea

Keywords: soil, chernozem, agrochemical characteristics, micronutrients, fertility.

Abstract. Information on the soil cover structure in the Republic of Crimea and the soil's essential nutrient content is presented. An analysis of numerous literature sources and statistical data was conducted to highlight the main issues affecting the efficiency of agricultural production. The main problem lies in the need for more supply of cultivated crops with nutrients and organic matter. Weak accumulation of organic matter and nutrients leads to their deficiency and a shortfall in the quantity and quality of the obtained products. There needs to be more application of organic fertilisers to allow for the complete restoration of soil fertility. Although chernozem soils and their varieties dominate the soil structure of the Crimean Peninsula, there is a low content of available phosphorus and organic matter. The content of exchangeable potassium is characterised as elevated. Among micronutrients, the reserves of zinc, cobalt, copper, and manganese are characterised by low content, while the range of molybdenum and boron shows high levels. Agricultural producers can obtain environmentally friendly products since their concentration does not exceed the maximum permissible level.

Земледелие и животноводство составляют основу сельскохозяйственного производства. Взаимосвязь между данными отраслями очевидна и неразрывна [1–3]. При отсутствии соответствующей степени обработки земли сложно получить должные урожаи сельскохозяйственных культур, в то же самое время без животноводства существенно снижаются возможности по внесению органических удобрений. С другой стороны, экономически не ликвидные отходы растениеводства (солома, ботва, отруби и т.д.), которые используют в качестве корма, при

участии живых организмов превращаются в молоко, мясо, шерсть и в том числе в ценнейшее органическое удобрение [3, 4].

Навоз, полученный от жвачных животных, является источником важнейших для растений элементов питания, а для почв, на которых растение произрастает, – главным создателем органического вещества. Разрушение перегноя приводит к снижению окультуренности земель, почва утрачивает свою комковатую структуру, ценные агрономические свойства. В этом случае специалистам сельскохозяйственного производства важно правильно воздействовать на почву, опираясь на опыт исследователей и свои знания [5, 6].

В современных условиях ведения сельского хозяйства необходимо обращать внимание на состояние почвы, на содержание основных элементов питания и гумуса. С этой целью требуется регулярно проводить агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий и правильно подбирать пути для решения возникающих проблем, связанных со здоровьем земли [7, 8].

Поэтому в данной статье на основе изучения ряда литературных и статистических данных представлена агрохимическая характеристика состояния почв как в среднем по Республике Крым, так и в разрезе районов. Для анализа агрохимических показателей плодородия почв использовались различные данные, в том числе и официально опубликованные материалы ФГБУ ЦАС «Крымский», который осуществляет мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Использовались также официальные доклады Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым, справочные обзоры филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Крым, статистические данные Крымстата и фондовые материалы ФГБУН НИИСХ Крыма.

Почвенный покров полуострова Крым достаточно разнообразен по своему составу, но наибольшую площадь из всех почв занимают черноземы и их разновидности, дерновые, каштановые и луговые [7, 9]. Черноземные почвы распространены в той или иной степени во всех 14 районах полуострова и являются основными для возделывания сельскохозяйственных культур. В табл. 1 представлено распределение черноземных почв в разрезе районов (данные ФГБУ ЦАС «Крымский»).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика плодородия почв в разрезе районов Республики Крым (ФГБУ ЦАС «Крымский», 2021 г.) [10–13]
Agrochemical Characteristics of Soil Fertility in Different Regions of the Republic of Crimea (Federal State Budgetary Institution "Center for Agrochemical Service "Crimean", 2021)

№ п/п	Район	Площадь, сельхозугодий, тыс. га	Черноземные почвы		Средневзвешенное содержание		
			тыс. га	%	P ₂ O ₅	K ₂ O	гумус,
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Бахчисарайский	46,2	16,3	35,3	19,3	325,6	2,94
2	Белогорский	117,5	28,8	24,5	16,8	390,2	3,72
3	Джанкойский	173,1	0,3	0,2	31,4	466,5	2,54
4	Кировский	68,7	43,3	63,0	17,9	419,7	2,89
5	Красногвардейский	165,4	161,4	97,6	25,1	417,8	3,00
6	Красноперекопский	79,3	0,4	0,5	37,5	508,9	2,53
7	Ленинский	215,2	107,2	49,8	16,0	437,9	2,82
8	Нижнегорский	93,2	47,1	50,5	23,1	447,2	3,02
9	Первомайский	141,4	101,9	72,1	20,9	328,2	2,84

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Раздольненский	112,1	68,7	61,3	21,9	369,8	3,01
11	Сакский	194,2	164,9	84,9	15,9	346,3	3,05
12	Симферопольский	126,6	97,2	76,8	21,6	338,4	3,23
13	Советский	79,9	50,4	63,1	20,0	426,6	2,94
14	Черноморский	129,8	90,0	69,3	18,6	317,2	3,04
	Итого	1743,0	977,9	56,1	18,4	403,2	3,09

Черноземные почвы и их разновидности занимают порядка 56,1 % сельскохозяйственных угодий, особенно большие площади в структуре почвенного покрова на черноземы приходится в Красногвардейском (97,6 %), Сакском (84,9 %) и Симферопольском (76,8 %) районах. Наименьшие площади черноземы имеют в Джанкойском и Красноперекоском районах, где господствуют в основном каштановые почвы и их разновидности [2].

Обеспеченность почв подвижным фосфором принято считать одним из основных признаков окультуренности. Анализы почвенных образцов на содержание P_2O_5 и K_2O проводились по методу Мачигина. Согласно градации, средневзвешенное содержание подвижного фосфора в слое почвы 0 – 40 см изменяется от низкого до повышенного значения. Наиболее оптимальные параметры содержания подвижного фосфора отмечены в Джанкойском (31,4 мг/кг) и Красноперекоском (37,5 мг/кг) районах. Остальные районы характеризуются низким и средним содержанием P_2O_5 , в результате можно сказать, что около 86 % сельскохозяйственных угодий нуждается в дополнительном внесении фосфорных удобрений [10].

Содержание обменного калия, согласно градации, изменяется от среднего до высоких значений. Высокое средневзвешенное содержание K_2O отмечено в Красноперекоском районе (508,9 мг/кг). Остальные районы характеризуются средним и повышенным содержанием обменного калия; согласно данным ФГБУ ЦАС «Крымский», только лишь 2,6 % обследованной пашни нуждается во внесении калийных удобрений [12–14].

Важно учитывать не только вещества, которые требуются растениям в больших количествах, но и микроэлементы, имеющие большое значение, без участия которых невозможна регулирующая роль ферментов [15, 16]. При этом важно понимать, что роль микроэлементов двоякая: с одной стороны, при оптимальном их содержании они необходимы для нормального развития растений, а в высоком количестве могут оказывать на них токсическое воздействие [17, 18].

Мониторинг содержания микроэлементов в почвах имеет важное значение. Данные, представленные ФГБУ ЦАС «Крымский», показывают, что средневзвешенное содержание подвижных форм микроэлементов в почвах обследованных участков Республики Крым имеет разрозненные показатели (табл. 2).

Таблица 2

Средневзвешенное содержание микроэлементов в почвах районов Республики Крым за 2015 – 2019 гг., мг/кг [19]

Weighted Average Content of Micronutrients in Soils of the Republic of Crimea Regions for 2015 – 2019, mg/kg

№ п/п	Район	Zn	Co	Cu	Mn	Mo	B
1	2	3	4	5	6	7	8
		1,07	0,25	1,52	32,59	0,20	1,67
2	Белогорский	0,40	0,13	0,27	24,71	0,21	2,61
3	Джанкойский	0,39	0,38	0,50	21,89	0,27	1,60
4	Кировский	0,54	0,36	0,67	26,89	0,24	2,58

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Красногвардейский	0,51	0,22	0,30	18,79	0,22	2,17
6	Красноперекоский	0,51	0,25	0,40	34,25	0,23	4,42
7	Ленинский	0,25	0,11	0,18	16,49	0,21	3,51
8	Нижегорский	0,45	0,13	0,44	31,21	0,29	3,82
9	Первомайский	0,27	0,08	0,24	11,46	0,24	2,09
10	Раздольненский	0,66	0,33	0,43	27,41	0,27	1,91
11	Сакский	0,44	0,21	0,41	27,58	0,23	1,11
12	Симферопольский	0,59	0,28	0,47	25,67	0,31	1,87
13	Советский	0,36	0,19	0,27	23,24	0,26	2,45
14	Черноморский	0,42	0,22	0,40	18,22	0,25	2,29
	Средневзвешенное содержание по РК	0,45	0,22	0,39	23,12	0,25	2,33

Содержание подвижного цинка в почвах Республики Крым имеет низкое значение и изменяется по районам от 0,25 до 1,07 мг/кг почвы. Для всех сельскохозяйственных культур при недостатке цинка характерна задержка роста, поэтому на почвах с низким его содержанием рекомендуется применять цинковые удобрения [18]. Особенно эффективны они будут при возделывании таких культур, как овощные, кукуруза, сахарная свекла и хлопчатник. За счёт некоторой стабилизации дыхания при резкой смене температур цинк повышает жаро- и морозостойчивость растений [18, 20].

Кобальт действует и на азотфиксирующую систему, и на другие физиологические процессы в растениях [21]. Содержание данного микроэлемента в почвах Крыма изменяется от низкого до высокого значения, средневзвешенный показатель составляет 0,22 мг/кг.

Недостаток меди вызывает задержку роста и цветения, хлороз, потерю тургора [15, 16]. Средневзвешенное содержание меди в почвах составляет 0,39 мг/кг и характеризуется как среднее. В разрезе районов содержание меди изменяется от низкого до высокого значения.

Марганец повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию, влияет на плодоношение растений [20]. В основном почвы Крыма обладают высоким содержанием марганца, его средневзвешенное значение составляет 23,12 мг/кг, а степень распространения по районам изменяется от среднего показателя до высокого.

При возделывании бобовых культур особую роль играет молибден, так как он способствует лучшему развитию симбиотических клубеньковых бактерий. В целом сельскохозяйственные угодья характеризуются высоким содержанием молибдена в почве – 0,25 мг/кг.

Почвы Крыма обладают высоким содержанием бора – 2,33 мг/кг. При недостаточной обеспеченности бором прежде всего борные удобрения рекомендуется вносить под такие культуры, как лен, хлопчатник, сахарная свекла и кормовые культуры.

Таким образом, почвы Крыма, в первую очередь, нуждаются во внесении таких микроэлементов, как цинк, кобальт, медь и марганец, в меньшей степени – молибдена и бора. Однако внесение микроудобрений должно сопровождаться четкой информацией по их содержанию на конкретном участке и только после детального агрохимического обследования. В целом анализ содержания микроэлементов показал, что в разрезе районов их содержание не превышает уровня ПДК, что дает отличные возможности для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Замечено, что при возрастающих дозах азотных удобрений, в пределах оптимума, поступление других элементов увеличивается, а при высоких и избыточных дозах азота в листьях

растений, плодах, клубнях, корнях обнаруживается недостаток марганца, меди, цинка и других микроэлементов, проявляются антагонистические отношения. Фосфорные удобрения при неправильной дозировке способны нарушать микроэлементный обмен в листьях растений. Внесение калия на высоком фосфорно-азотном фоне ведёт к снижению содержания в листьях марганца, оставляя постоянной величину цинка и несколько повышая количество меди [8].

Содержание органического вещества в пахотных почвах анализируемых районов изменяется от низкого до среднего значения. Почвы в основном малогумусированные, а это значит, что есть необходимость во внесении органических удобрений.

Несмотря на то, что содержание гумуса в почвах Крыма имеет дефицитное значение, органические удобрения вносятся в небольших объемах (табл. 3, данные Крымстата за 2014 – 2022 гг.) [22–25].

Ежегодные объёмы внесения органических удобрений за последние пять лет (2018 – 2022 гг.) находятся примерно на одном уровне – 201,6–253,1 тыс. т, из расчета 0,6–0,8 т/га. В 2022 г. объём внесения органики составил 235,5 тыс. т, или 0,8 т/га.

Таблица 3

Динамика внесения удобрений в Республике Крым за 2014 – 2022 гг. [21–25]
Dynamics of Fertilizer Application in the Republic of Crimea for 2014 – 2022

Год	Минеральные удобрения		Органические удобрения (навоз крупного рогатого скота)	
	всего, тыс. т	кгд.в/га	всего, тыс. т	т/га
2022	12,122	37	235,5	0,8
2021	11,702	37	234,4	0,8
2020	10,657	34	235,5	0,8
2019	9,554	28	201,6	0,6
2018	11,905	36	253,1	0,8
2017	13,064	38	271,4	0,8
2016	8,460	25	253,4	0,8
2015	6,300	19	124,6	0,4
2014	6,797	21	121,5	0,4

Объёмы внесения минеральных удобрений составили за 2018 – 2022 гг. от 9,554 до 12,122 тыс. т, в среднем от 19 до 37 кг д.в/га. В 2022 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями было приобретено 12,122 тыс. т минеральных удобрений и внесено 37 кг д.в. из расчета на 1 га. Порядка 69,0 % минеральных удобрений использовалось под зерновые культуры из расчета 45,4 кг д.в/га; 14,0 % – под технические (подсолнечник – 18,7 кг д.в/га); под овощные культуры удобрения вносились в норме 173,0 кг д.в/га; 5,3 % – под кормовые в дозе 46,2 кгд.в/га. В целом из минеральных удобрений предпочтение отдают азотным и фосфорным – соответственно около 70 и 24 % из общего объема, калия с удобрениями внесено порядка 6 % [22–25].

Таким образом, объёмы применения удобрений достаточно низкие. Для примера: в 1990 г. органические удобрения вносили из расчета 8,2 т/га, а минеральные – 106 кг д.в/га. Именно в этот период, согласно статистической информации, средние показатели урожайности зерновых достигали 36,3 ц/га. В 2022 г. средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур по Республике Крым составила 22,8 ц/га (данные ФГБУ «Россельхозцентр» филиал по РК) [26, 27].

Федеральный закон № 101-ФЗ от 16.07.1998 (ред. от 05.04.2016) «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» регламентирует правовые основы государственного регулирования обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения при осуществлении собственниками, владельцами, пользователями, в том числе арендаторами, земельных участков хозяйственной деятельности [14].

В соответствии с гл. 3 ст. 8 данного Закона собственники обязаны осуществлять производство сельскохозяйственной продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также исключающими или ограничивающими неблагоприятное воздействие такой деятельности на окружающую среду.

Весь комплекс работ по улучшению сельскохозяйственных угодий должен проводиться только после детального почвенно-агрохимического обследования отдельно обрабатываемого участка или поля.

Наблюдения за содержанием приоритетных показателей почвенного плодородия дают возможность проанализировать ситуацию, влияющую на достижение оптимальных условий для питания и жизнедеятельности растений. В случае проведения диверсификации растениеводства и защиты растений необходимо четко понимать возможности культуры в той или иной почвенно-климатической зоне с обязательной агрохимической оценкой хозяйственной эффективности почвенного плодородия.

Недоучет природных условий и недостаточные знания требований растений к почвенным условиям являются одной из современных причин низких урожаев и вывода земель из строя [17, 28, 29].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Снакин В.В. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв. – М.: Наука, 1981. – 148 с.
2. Возбуцкая А.Е. Химия почв. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 196 с.
3. Вильямс В.Р. Почвоведение: Земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозиздат, 1947. – 456 с.
4. Державин Л.М., Булгаков Д.С. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
5. Дзэнс-Литовская Н.Н. Почвы и растительность степного Крыма. – Л.: Наука, 1970. – 157 с.
6. Драган Н.А. Почвы Крыма: учеб. Пособие. – Симферополь: СГУ, 1983. – 95 с.
7. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма: монография. – 2-е изд., доп. – Симферополь: Доля, 2004. – 208 с.
8. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Программирование урожая: монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000. – 84 с.
9. Измаильский А.А. Как высыхала наша степь. – М.; Л.: Огиз-сельхозгиз, 1937. – 76 с.
10. Скляр С.И., Валин Д.Н., Липиева Н.Н. Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Республики Крым и его значение // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2021. – № 25 (188). – С. 5–18.
11. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2019 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2019. – 396 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).
12. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2020 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2020. – 380 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).
13. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2021 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2021. – 400 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).

14. *О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения*: Федеральный закон № 101-ФЗ от 16.07.1998 [электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 24.05.2023).
15. *Минеев В.Г.* Агрохимия: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ: КолосС, 2004. – 720 с.
16. *Агрохимия*: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
17. *Мязин Н.Г.* Система удобрения: учеб. пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 350 с.
18. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И.* Химия почв: учебник. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.
19. *Содержание подвижного фосфора в почвах административных районов Республики Крым / С.И. Скляр, А.В. Ильин, Д.Н. Валин, Н.Н. Липиева // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 32 (195). – С. 30–40.*
20. *Половицкий И.Я., Гусев П.Г.* Почвы Крыма и пути повышения их плодородия: справ. изд. – Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.
21. *Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский [и др.]; под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.*
22. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
23. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
24. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
25. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
26. *Адамень Ф.Ф., Плугатарь Ю.В., Сташкина А.Ф.* Наука и опытное дело как основа развития аграрного производства Крыма. – Симферополь: АРИАЛ, 2015. – 252 с.
27. *Алексеев А.В., Бридун В.В.* Краткий обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур по Республике Крым в 2022 году и прогноз развития вредных объектов в 2023 году. – Симферополь: ФГБУ «Россельхозцентр» филиал по РК, 2023. – 163 с.
28. *Мищенко Л.Н.* Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. пособие. – Омск: ОмСХИ, 1991. – 164 с.
29. *Кирюшин В.И.* Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 3–7.

REFERENCES

1. Bystrickaya T.L., Volkova V.V., Snakin V.V., Pochvennye rastvory chernozemov i seryh lesnyh pochv (Soil solutions of chernozems and gray forest soils), Moscow: Nauka, 1981, 148 p.
2. Vozbuckaya A.E. Himiya pochv (Soil chemistry), Moscow: Sel'hozgiz, 1935, 196 p.
3. Vil'yams V.R. Pochvovedenie: Zemledelie s osnovami pochvovedeniya (Soil science: Agriculture with the basics of soil science), Moscow: Sel'hozizdat, 1947, 456 p.

4. Derzhavin L.M., Bulgakov D.S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya (Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands), Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2003, 240 p.
5. Dzents-Litovskaya N.N. Pochvy i rastitel'nost' stepnogo Kryma (Soils and vegetation of the steppe Crimea), Leningrad: Nauka, 1970, 157 p.
6. Dragan N.A. Pochvy Kryma (Soils of the Crimea: studies. Stipend), Simferopol, SGU, 1983, 95 p.
7. Dragan N.A. Pochvennye resursy Kryma (Soil resources of Crimea), monograph, 2-e izd., Simferopol': Dolya, 2004, 208 p.
8. Ermohin Yu.I., Krasnickij V.M. Programmirovaniye urozhaya (Crop programming), monograph, Omsk: Izd-vo OmGAU, 2000, 84 p.
9. Izmail'skij A.A. Kak vysyhala nasha step' (How our steppe dried up), Moscow, Leningrad: Ogiz-sel'hozgis, 1937, 76 p.
10. Sklyar S.I., Valin D.N., Lipieva N.N., Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy, 2021, No. 25 (188), pp. 5–18. (In Russ.)
11. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2019 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2019), Simferopol', 2019, 396 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
12. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2020 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2020), Simferopol', 2020, 380 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
13. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2021 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2021), Simferopol', 2021, 400 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
14. Federal'nyj zakon (Federal Law No. 101-FZ of 16.07.1998), available at: <http://www.consultant.ru> (May 24, 2023).
15. Mineev V.G. Agrohimiya (Agrochemistry), textbook 2-e izd., Moscow: Izd-vo MGU: KolosS, 2004, 720 p.
16. Mineev V.G., Sychyov V.G., Gamzikov G.P. i dr., Agrohimiya (Agrochemistry), textbook 2-e izd., Moscow: Izd-vo VNIIA im. D.N. Pryanishnikova, 2017, 854 p.
17. Myazin N.G. Sistema udobreniya (Fertilizer system), tutorial, Voronezh: FGOU VPO VGU, 2009, 350 p.
18. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Suhanova N.I. Himiya pochv (Soil Chemistry), textbook, Moscow: Vyssh. shk., 2005, 558 p.
19. Sklyar S.I., Il'in A.V., Valin D.N., Lipieva N.N., Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy, 2022, No. 32 (195), pp. 30–40. (In Russ.)
20. Polovickij I.YA., Gusev P.G. Pochvy Kryma i puti povysheniya ih plodorodiya (Crimean soils and ways to increase their fertility), handbook, Simferopol': Tavriya, 1987, 152 p.
21. Yagodin B.A., Smirnov P.M., Peterburgskij A.V. i dr., Agrohimiya (Agrochemistry), 2-e izd., Moscow: Agropromizdat, 1989, 639 p.
22. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizatsiyami Respubliki Krym (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2019, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
23. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizatsiyami Respubliki Krym / (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2020, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
24. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizatsiyami Respubliki Krym / (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2021, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
25. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizatsiyami Respubliki Krym (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2022, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/>

storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf (May 24, 2023).

26. Adamen' F.F., Plugatar' Yu.V., Stashkina A.F. Nauka i opytное delo kak osnova razvitiya agrarnogo proizvodstva Kryma (Science and experimental business as the basis for the development of agricultural production in Crimea), Simferopol: ARIAL, 2015, 252 p.
27. Alekseenko A.V., Bridun V.V. Kratkij obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennyh kul'tur po Respublike Krym v 2022 godu i prognoz razvitiya vrednyh ob"ektov v 2023 godu (A brief overview of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Republic of Crimea in 2022 and the forecast of the development of harmful objects in 2023), Simferopol: FGBU "Rossel'hozcentr" filial po RK, 2023, 163 p.
28. Mishchenko L.N. Pochvy Omskoj oblasti i ih sel'skohozyajstvennoe ispol'zovanie (The soils of the Omsk region and their agricultural use), a textbook, Omsk: OmSKHI, 1991, 164 p.
29. Kiryushin V.I. Zemledelie, 2019, No.3, pp. 3–7. (In Russ.)