

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА
В ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯВ.Г. Сычев¹, Ю.И. Гречишкина², А.В. Матвиенко³¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова»,
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 31, ainfo@vniia-pr.ru²ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
355017, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический 12, lnwg@mail.ru³ФГБУ Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский»
356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 65, stavhim@mail.ru

Представлены результаты анализа мониторинга содержания подвижного фосфора в основных зональных подтипах чернозёмов Центрального Предкавказья за период с 1964 по 2020 г. Следует отметить рост среднегодового количества осадков за исследуемый период на 60 мм и среднегодовой температуры на 1,3 °С, что благоприятно сказалось на доступности растениям фосфора из почвы. Валовые запасы фосфора в основных подтипах чернозёмов дифференцированы слабо и колеблются в пределах 0,14-0,17%. С 1964 по 1993 г. выявлен рост удельного веса площадей с оптимальным количеством фосфора (>30 мг/кг) до 28%. С 1994 по 2020 г. зафиксировано снижение этого показателя до 14%. Расчет баланса содержания подвижного фосфора в современных условиях показал дефицитные значения. С 1998 г. убыль подвижного фосфора с 1 га составила: для типичных чернозёмов – 14,1 кг, для выщелоченных – 15,2, для южных – 16,8, наибольший дефицит по фосфору отмечен на обыкновенных чернозёмах – 18,0 кг. Отрицательная динамика обеспеченности чернозёмных почв подвижным фосфором также подтверждаются уравнениями регрессионного анализа. Начиная с 2006 г. в балансе содержания подвижного фосфора выявлена тенденция к уменьшению потерь данного питательного элемента из почвы. Прогноз, рассчитанный по наиболее стабильным фактическим показателям содержания подвижного фосфора, выявил положительную динамику. Установлена необходимость применения научно обоснованных систем удобрения для дальнейшего поддержания тенденции положительной динамики данного элемента. Проведенная статистическая обработка результатов агрохимического анализа показала тесную корреляционную зависимость между продуктивностью сельскохозяйственных культур и содержанием в почве подвижного фосфора. В соответствии с данными расчета по урожайности сахарной свёклы для основных зональных подтипов чернозёмов коэффициент корреляции содержания подвижного фосфора составил 0,96-0,98, для подсолнечника – 0,95-0,98, для озимой пшеницы – 0,88-0,97, для кукурузы на зерно – 0,91-0,99.

Ключевые слова: плодородие, подвижный фосфор, Ставропольский край, чернозёмы, Центральное Предкавказье, система удобрения.

Для цитирования: Сычев В.Г., Гречишкина Ю.И., Матвиенко А.В. Оценка динамики содержания подвижного фосфора в чернозёмных почвах Центрального Предкавказья// Плодородие. – 2022. – №5. – С. 3-7.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.01.

Развитие рационального использования плодородия земель сельскохозяйственного назначения в настоящее время определяется крупными комплексными практическими задачами. Среди них в первую очередь создание долгосрочных прогнозов экологической ситуации в глобальном и региональном масштабах, комплекс вопросов агрохимического нормирования антропогенных воздействий на почвенное плодородие и создание научно обоснованных систем удобрения.

По данным комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, более половины (60%) площади черноземных земель Ставропольского края характеризуются средним содержанием подвижного фосфора, на чернозёмы с низкой обеспеченностью приходится 33%, доля высокообеспеченных невелика – 7% [5].

Исследования по оценке динамики содержания подвижного фосфора проведены в условиях Ставропольского края, территория которого в значительной мере аналогична территории Центрального Предкавказья.

Основные зональные подтипы представлены чернозёмами южными, обыкновенными, выщелоченными и типичными и распространены в 18 районах Ставропольского края (табл. 1) [2, 3].

1. Площадь основных зональных подтипов чернозёмов в почвенном покрове Ставропольского края (по данным инвентаризации СтавНИИгипрозема, 2000 г.)

Чернозёмы	Площадь черноземов	
	тыс. га	%
Типичные	85,5	3,3
Выщелоченные	46,8	1,9
Обыкновенные	1560,9	60,5
Южные	885,6	34,3
Всего	2578,8	100,0
Общая площадь пахотных угодий Ставропольского края	3928,5	60,5 % территории края

Достаточно высокие валовые запасы фосфора в чернозёмных почвах позволяют на протяжении многих

лет получать высокую урожайность сельскохозяйственных культур (табл. 2). Однако из-за слабой доступности растениям связанного в почве фосфора агрогенные почвы региона весьма отзывчивы на внесение фосфорных удобрений [1, 7, 8].

В период наблюдений с 1961 по 2020 г. климатические условия черноземной зоны характеризовались ростом количества среднегодовых осадков на 60 мм, а также среднегодовой температуры на 1,3° С (рис. 1). Это способствовало изменению доступности элементов питания и оказало большое влияние на эффективность удобрений.

2. Валовое содержание фосфора в чернозёмных почвах Центрального Предкавказья в 0–20 см слое почвы (2020 г.)

Чернозём	Валовое содержание фосфора	
	%	т/га
Типичный	0,17	3,7
Выщелоченный	0,17	3,7
Обыкновенный	0,15	3,5
Южный	0,14	3,3

Цель исследований – оценить фосфорное состояние черноземных почв сельскохозяйственного назначения и спрогнозировать его изменение в условиях рационального природопользования Центрального Предкавказья.

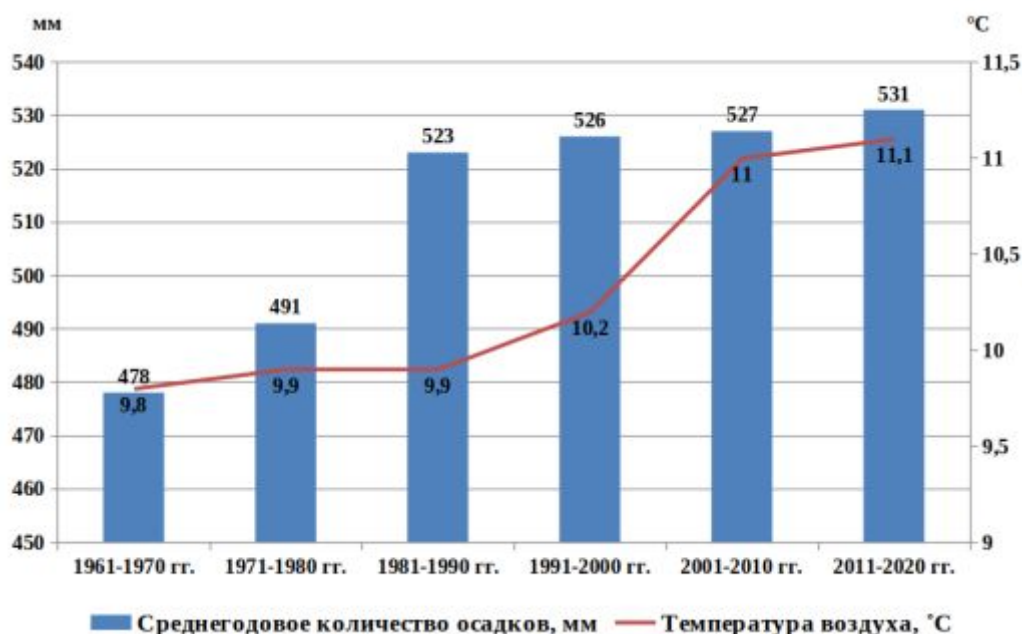


Рис. 1. Климатические условия в чернозёмной зоне Центрального Предкавказья в период исследований

Задачи исследования:

- изучить динамику показателей подвижного фосфора основных зональных подтипов чернозёмов за более, чем полувековой период наблюдений;
- провести сравнительную оценку содержания подвижного фосфора основных зональных подтипов чернозёмных почв (выщелоченных, типичных, обыкновенных, южных);
- рассчитать баланс подвижного фосфора для основных зональных подтипов чернозёмных почв в современный период их сельскохозяйственного использования;
- дать прогнозную оценку содержанию подвижного фосфора в основных подтипах черноземных почв в условиях интенсивного земледелия;
- определить корреляцию содержания подвижного фосфора основных зональных подтипов чернозёмных почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Определение содержания подвижных форм фосфора проводили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205-91 [4, 6].

В динамике площадей пахотных земель с различным содержанием фосфатов прослеживаются определённые закономерности, обусловленные уровнем применения фосфорных удобрений (рис. 2).

До начала 90-х годов удельный вес площадей с оптимальным количеством фосфора (>30 мг/кг)

неуклонно возрастал. На этот период приходится пик применения фосфорных удобрений. Затем, вместе с резким снижением объемов внесения удобрений, происходит уменьшение площадей почв с оптимальным содержанием фосфора.

Баланс подвижного фосфора также характеризуется растущей отрицательной динамикой (рис. 3). За 22-летний период в среднем каждый гектар недополучил: на типичных чернозёмах – 14,1 кг, на выщелоченных – 15,2, на южных – 16,8, наибольший дефицит по фосфору отмечается в условиях обыкновенных чернозёмов – 18,0 кг.

Динамика содержания подвижного фосфора в чернозёмных почвах с 1965 по 2020 г. характеризуется снижением его обеспеченности, что подтверждается отрицательными уравнениями регрессии (рис. 4). Начиная с 2006 г. содержание подвижного фосфора стабилизировалось.

Прогнозируемое содержание фосфора в основных подтипах чернозёмов на 2021–2035 г. представлено на рисунке 5.

Отмечается тенденция к незначительному росту содержания подвижного фосфора. Данный прогноз рассчитан по наиболее стабильные фактические показатели содержания подвижного фосфора в анализируемый период.

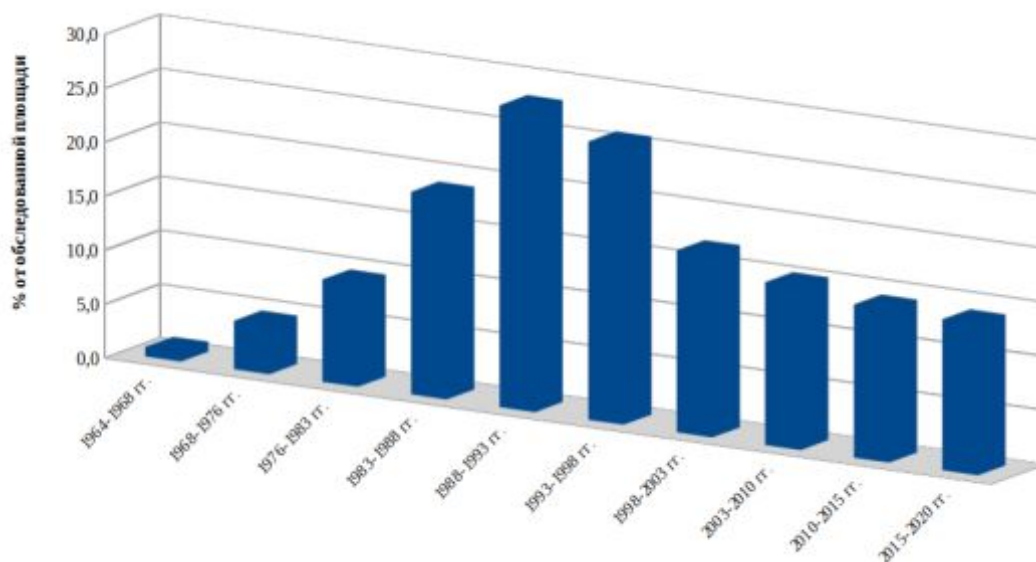


Рис. 2. Динамика площадей пахотных чернозёмных земель Центрального Предкавказья с оптимальным содержанием (> 30 мг/кг) подвижного фосфора (в среднем за 1964-2020 г.)

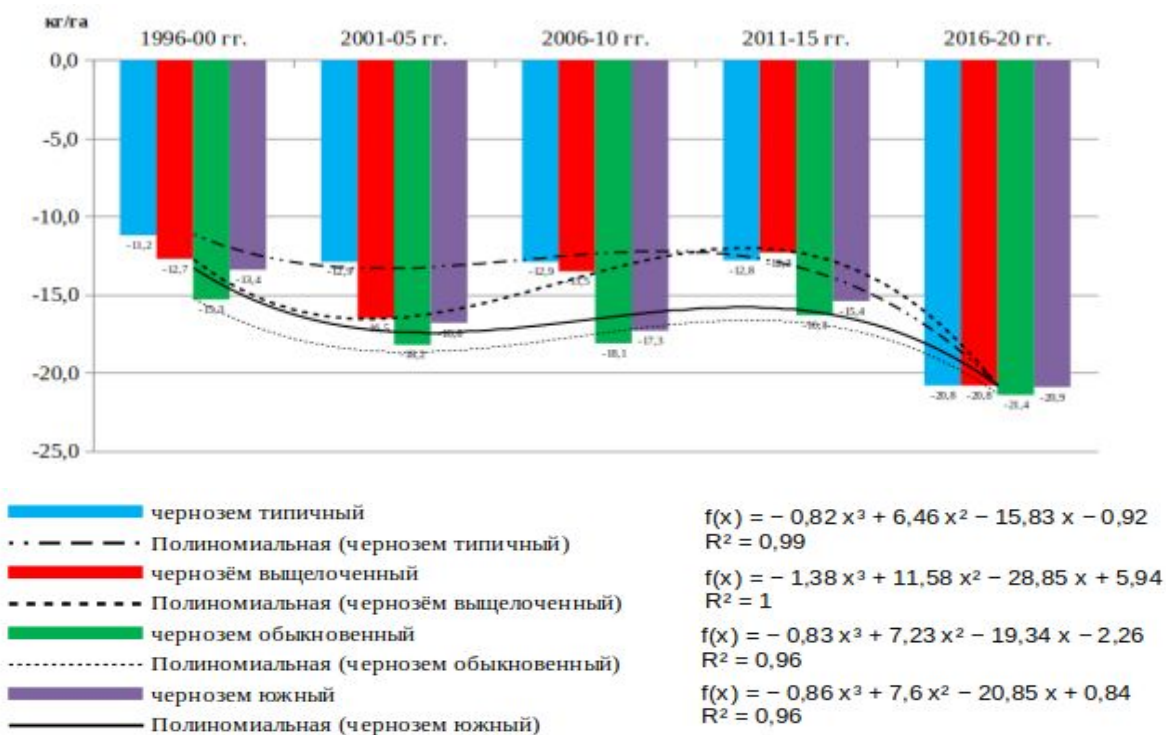
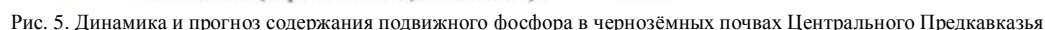
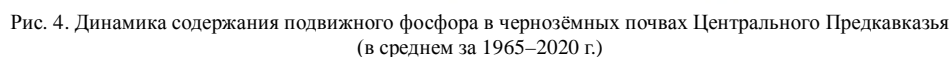


Рис. 3. Баланс фосфора в чернозёмных почвах Центрального Предкавказья, 1996–2020 г., кг/га



Несмотря на существенное снижение содержания подвижного фосфора в чернозёмных почвах Центрального Предкавказья в 1990-2005 г., начиная с 2006 г. ситуация стабилизировалась и тенденция

Плодородие №5•2022

3. Результаты корреляционного анализа урожайности сельскохозяйственных культур (т/га) и содержания подвижного фосфора (мг/кг) в чернозёмных почвах Центрального Предкавказья

Чернозем	Уравнение регрессии	Коэф. корреляции, r	t _ф	t _{0,05}
<i>Сахарная свёкла</i>				
Выщелоченный	Y= 16,7+0,943 (P ₂ O ₅ –22,85)	0,97	8	2,78
Обыкновенный	Y= 18,5+0,527 (P ₂ O ₅ –20,7)	0,965	7,37	2,78
Типичный	–	–	–	–
Южный	Y= 15,4+0,744 (P ₂ O ₅ –18,5)	0,98	11,3	2,78
<i>Подсолнечник</i>				
Выщелоченный	Y= 0,79+0,08 (P ₂ O ₅ –21,02)	0,97	7,0	3,18
Обыкновенный	Y= 0,8+0,041 (P ₂ O ₅ –18,8)	0,97	6,93	3,18
Типичный	Y= 0,812+0,054 (P ₂ O ₅ –19,1)	0,98	8,52	3,18
Южный	Y= 0,71+0,053 (P ₂ O ₅ –17,0)	0,95	5,28	3,18
<i>Озимая пшеница</i>				
Выщелоченный	Y= 2,03+0,196 (P ₂ O ₅ –21,02)	0,97	7,0	3,18
Обыкновенный	Y= 2,06+0,058 (P ₂ O ₅ –20,7)	0,887	3,84	2,78
Типичный	Y= 1,95+0,08 (P ₂ O ₅ –19,1)	0,914	3,9	3,18
Южный	Y= 1,83+0,079 (P ₂ O ₅ –17,0)	0,90	3,6	3,18
<i>Кукуруза на зерно</i>				
Выщелоченный	Y= 1,3+0,053 (P ₂ O ₅ –21,02)	0,92	4,0	3,18
Обыкновенный	Y= 1,7+0,033 (P ₂ O ₅ –18,8)	0,92	4,18	3,18
Типичный	Y= 1,21+0,036 (P ₂ O ₅ –19,1)	0,91	3,79	3,18
Южный	Y= 1,57+0,089 (P ₂ O ₅ –17,0)	0,99	12,07	3,18

Выводы. Баланс подвижного фосфора чернозёмных почв отрицательный и подтверждается нисходящей линией тренда на фоне достоверных коэффициентов аппроксимации. За 22-летний период каждый гектар недополучил 16 кг P₂O₅. Расход фосфора за год составил на чернозёмах: типичных – 0,43 кг, выщелоченных – 0,37,

южных – 0,34, обыкновенных – 0,28 кг. Динамика фосфора определяется уровнем применения фосфорных удобрений и характеризуется значительными колебаниями. Отмечается рост содержания фосфора с 15,3 до 28,6 мг/кг почвы с 1965 до 1990 г. – 0,44 мг/кг в год. С 2000-х годов содержание его снизилось до исходных значений, расход – до 0,87 мг/кг в год. Наиболее стабильные фактические показатели получены с 2001 по 2018 г., что подтверждает незначительный рост содержания подвижного фосфора.

Для дальнейшего роста содержания подвижного фосфора необходимо применение научно обоснованных систем удобрения. Если почвы, предназначенные для выращивания сельскохозяйственных культур, характеризуются низкой подвижностью доступного для растений фосфора, одной из основных задач улучшения почвенного плодородия должно стать приоритетное обеспечение фосфором в системе удобрения.

Литература

1. Агеев В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на Юге России / В.В. Агеев, А.Н. Есаулко, А.И. Подколзин, Ю.И. Гречишкина и др. – Ставрополь, 2008. – 151 с.
2. Гречишкина Ю.И. Черноземы Центрального Предкавказья/ Ю.И. Гречишкина, В.Г. Сычев и др.- Ставрополь, 2020.- 456 с.
3. Куприченко М. Т., Антонова Т. Н., Симбирев Н. Ф., Цыганков А. С. Земельные ресурсы Ставрополя и их плодородие. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2002. – 313 с.
4. Куприченко М. Т. Почвы Ставропольского края. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2005. – 422 с.
5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.
6. Подколзин А. И., Бурлай А. В. Современные приемы регулирования плодородия // Агрохимический вестник. – 2001. – № 4. – С. 7–11.
7. Приказ № 150 от 04.05.2020 г. «Об утверждении порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения».
8. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013.
9. Системы земледелия Ставрополя: монография / Под. ред. акад. РАН А.А. Жученко; чл.-кор. РАН В.И. Трухачева. – Ставрополь: АГРУС, 2011.

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF MOBILE PHOSPHORUS CONTENT IN CHERNOZEM SOILS OF THE CENTRAL CAUCASUS

Sychev V. G.¹, U.I. Grechishkina², A.V. Matvienko³

1. «All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov» e-mail: Sychev55@mail.ru

2. «Stavropol State Agrarian University», e-mail: lnwg@mail.ru

3. State center of agrochemical service «Stavropolsky», e-mail: stavgeo@rambler.ru

The results of monitoring the content of mobile phosphorus in the main zonal subtypes of chernozems of the Central Caucasus for the period from 1964 to 2020 are presented. It should be noted that the average annual precipitation during the study period increased by 60 mm and the average annual temperature by 1.3 °C, which favorably affected the availability of phosphorus from the soil to plants. Gross phosphorus reserves in the main subtypes of chernozems are poorly differentiated and range from 0.14-0.17%. From 1964 to 1993, an increase in the specific weight of areas with an optimal amount of phosphorus (>30 mg/kg) to 28% was revealed. From 1994 to 2020, a decrease in this indicator was recorded to 14%. The calculation of the balance of the content of mobile phosphorus in modern conditions showed deficient values. Since 1998, the loss of mobile phosphorus from 1 ha was: for typical chernozems – 14.1 kg, for leached – 15.2 kg, for southern – 16.8 kg, the greatest deficiency in phosphorus was noted on ordinary chernozems – 18.0 kg. The negative dynamics of the availability of mobile phosphorus in chernozem soils is also confirmed by regression analysis equations. Since 2006 the balance of mobile phosphorus content shows a tendency to decrease the loss of this nutrient from the soil. The forecast calculated according to the most stable actual indicators of the content of mobile phosphorus revealed positive dynamics. The necessity of using scientifically-based fertilizer systems to further maintain the trend of positive dynamics of this element is revealed. The statistical processing of the results of agrochemical analysis revealed a close correlation between the productivity of agricultural crops and the content of mobile phosphorus in the soil. In accordance with the calculation data on the yield of sugar beet for the main zonal subtypes of chernozems, the correlation coefficient of the content of mobile phosphorus was 0.96-0.98, for sunflower – 0.95 -0.98, for winter wheat – from 0.88 -0.97, for corn for grain – 0.91-0.99.

Key words: fertility, mobile phosphorus, Stavropol Territory, chernozems, Central Pre-Caucasus, fertilizer system.