

11. Медин Д.К., Шабардина Н.П. Влияние применения птичьего помета и минеральных удобрений совместно с соломой зерновых культур на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Символ науки. – 2016. – №10. – С. 35-38.
12. Наумченко Е.Т., Разумова К.Ю. Степень агрогенного воздействия на фосфатный режим луговой черноземовидной почвы // Плодородие. – 2022. – №2. – С. 40-43.

13. Титова В.И. К вопросу о рациональном использовании почв с очень высоким содержанием фосфора в интенсивном земледелии // Агрохимический вестник. – 2017. – № 1. – С. 2-6.
14. Шмидт А.Г., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Гоман Н.В. Оптимизация применения птичьего помета под яровую пшеницу в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. – 2019. – №6. – С. 50-52.

EFFECT OF LONG-TERM APPLICATION OF POULTRY MANURE ON SOIL SUFFICIENCY OF MAIN MACRO- AND MICROELEMENTS AND MICRONUTRIENTS IN DYNAMICS 2012-2022

Titova V.I., PhD in Agriculture, Professor

D.I. Boitsun, Postgraduate student

O.S. Martyanova, Postgraduate student

Federal state budgetary educational institution of higher education "Nizhny Novgorod State Agricultural Academy"

97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, NNSAA

E-mail: o_s_kovalchuk@mail.ru, 8950-351-31-71

The results of the analysis of indicators of agrochemical state of arable soils of the poultry farm "Pavlovskaya" of the Nizhny Novgorod region, Dolgovo department determining their nutritive properties in the dynamics for the period 2012-2022 are presented. The analysis was carried out by comparing the data on the single passported plots, united in arrays with different saturation of soils with poultry manure generated by industrial chicken housing on sawdust bedding. Poultry manure by main quality indicators meets the requirements of the state standard, and the annual volume of manure yield provides an average saturation of 22 t/ha for an area of 722 ha. Three land masses were selected for analysis: an area of 97.3 ha with a manure saturation of 30 t/ha; 167.3 ha with a saturation of 20 t/ha and 192.7 with a saturation of 10 t/ha. It was found that increasing the dose of the annual manure application from 10 t/ha to 30 t/ha contributed to the increase of the average weighted content of organic matter by 0.9% and had a significant positive effect on the content of mobile compounds of phosphorus and potassium – an increase of 212 mg/kg and 112 mg/kg respectively. The provision of soils with mobile compounds of sulfur and zinc did not depend on doses of poultry manure, but over time the weighted average content of sulfur in the soil of the area slightly increased (from 6.5 mg/kg to 8.5 mg/kg), and zinc content – reduced by half (from 2.8 mg/kg to 1.4 mg/kg). The average weighted content of organic matter in the soil of a 457 ha land mass with an average manure saturation of 22 t/ha decreased from 2.35% to 2.32% over the 10-year period, the content of mobile phosphorus compounds – from 282 mg/kg to 253 mg/kg, and the content of mobile potassium increased from 154 mg/kg to 212 mg/kg.

Key words: poultry manure, saturation; soil, organic matter, mobile phosphorus, potassium, sulfur and zinc; dynamics of indicators over time.

УДК 631.452.633.635

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.13

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЮ ПОЧВ

В.И. Савич¹, В.Д. Наумов¹, В.А. Седых², В.В. Гукалов³, Н.Л. Каменных¹

¹ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,

²ФКУ ФСИН России,

³ГНУ Северо-Кубанская сельскохозяйственная опытная станция Краснодарского научно-исследовательского института им. П.П. Лукьяненко
solnaumov@yandex.ru

Показано, что факторы почвообразования должны включать геофизические поля Земли, микробиологическую активность и скорость процессов. Почвообразование обусловлено трансформацией, миграцией и аккумуляцией вещества, энергии и информации на разном иерархическом уровне. Установлено, что эволюция почв вызвана локальным изменением свойств, процессов, режимов во времени и в пространстве. Рассмотрено взаимовлияние физических полей при их действии на генезис и эволюцию почв.

Ключевые слова: почва, факторы почвообразования, генезис, эволюция.

Для цитирования: Савич В.И., Наумов В.Д., Седых В.А., Гукалов В.В., Каменных Н.Л. Влияние факторов почвообразования на генезис и эволюцию почв // Плодородие. – 2023. – №1. – С. 53-56.

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.13.

Цель исследования – уточнить факторы почвообразования.

В задачи исследования входили: обоснование необходимости учета при оценке генезиса и эволюции почв геофизических полей Земли, микробиологической активности, информационных взаимодействий между свойствами почв, обоснование влияния на генезис и эволюцию почв трансформации, миграции и аккумуляции в почвах веществ, энергии и информации, локаль-

ного изменения свойств, процессов и режимов почв, влияния факторов почвообразования на разном иерархическом уровне.

Объектом исследования являются дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы разной степени окультуренности, чернозем обыкновенный [6, 7, 10].

Методика. Состоит в оценке физико-химических и агрохимических свойств почв [8], комплексных соединений почв, скорости процессов, протекающих в поч-

вах [10], микробиологической активности [9], взаимодействий свойств почв.

Влияние факторов почвообразования на генезис и эволюцию почв. Известно, что в качестве факторов почвообразования выступают климат, рельеф, почвообразующие породы, растительный и животный мир, время и производственная деятельность человека. Они формируют почвы и определяют характер и интенсивность протекающих почвенных процессов и режимов. Ряд авторов отмечают, что эти процессы протекают локально во времени и в пространстве, изменяясь по направлению и интенсивности [1-3,11].

С нашей точки зрения, воздействие всех факторов почвообразования на породу может быть описано следующей формулой:

$$\sum y = \sum n \cdot \sum K_i x_i^m t^V$$

где y – совокупность измененных свойств почвообразующей породы (свойств почв); n – совокупность свойств почвообразующей породы; K_i – степень влияния фактора почвообразования на породу; x_i – интенсивность действия фактора почвообразования; t – продолжительность влияния фактора почвообразования на породу; V – скорость изменения свойств почв под действием определенных факторов почвообразования; m – показатель, характеризующий чаще экспоненциальный характер зависимости.

При этом действие на почвообразующую породу факторов почвообразования должно рассматриваться на разном иерархическом уровне [6, 7]. Так климат должен рассматриваться в многолетнем цикле, в сезонной динамике погоды в короткие промежутки времени. Рельеф рассматривается на уровне макро-, мезо- и микрорельефа поверхности, влияние грунтовых вод – глубиной залегания и степенью минерализации, роль растительности должна рассматриваться с учетом не только состава растительных ассоциаций, но также интенсивности их влияния в разные периоды развития, воздействия на породу разных компонентов растительных формаций.

Полагаем, что в качестве фактора почвообразования необходимо выделить геофизических полей Земли, в первую очередь гравитационных, электрических, магнитных, а также полей динамических напряжений. Ещё одним фактором, который необходимо учитывать, является микробиологическая активность породы и почв на разной стадии эволюции [9]. Существенное влияние на формирование почв оказывают и компоненты, переносимые по воздуху. Важное значение для формирования почв имеет скорость как воздействия факторов почвообразования на породы, так и её изменения. Это должно рассматриваться при оценке развития водной и ветровой эрозии.

Влияние факторов почвообразования на изменение пород (их эволюцию в почву) обусловлено трансформацией, миграцией и аккумуляцией не только веществ, но также энергии и информации. Действие всех факторов почвообразования на породу взаимосвязано, как правило, проявляются эффекты синергизма и антагонизма. При этом эффект действия факторов почвообразования на породу различается при оценке их влияния на разных иерархических уровнях.

При эволюции объектов известно проявление закона незаменимости факторов жизни для прогрессивной эволюции объекта. Однако в ряде случаев проявляется

закон частичной заменимости факторов жизни объекта. Так в космических условиях отсутствует гравитация, что компенсируется сменой заряда (+ и –) для разных культур [4,5]. При рассмотрении генезиса и эволюции почв необходимо рассматривать проявление прямых и косвенных связей [8].

Хорошо рассмотрены почва-память и почва-момент, учет влияния прошлых изменений пород и почв на настоящие свойства почв и их будущую эволюцию [11].

Однако, с нашей точки зрения, и будущее определяет настоящее в связи с медленными реакциями трансформации пород под влиянием факторов почвообразования. При этом на отдельных этапах трансформации почв проявляются накопление энергии, изменение свободной энергии, накопление информации или при деградации почв изменение информации, заключенной в структуре почв, в ее микробиологической активности, в физико-химических свойствах почв. Для различных почв существуют оптимальные пределы накопления энергии и информации. Избыточное количество взаимосвязей между свойствами почв может привести к замедлению отдельных реакций пород и почв на внешние воздействия.

Закон убывающей отдачи эффекта действия фактора на породу и породу проявляется, как и для всех объектов экологических систем при эволюции пород и почв.

Учитывая вышесказанное, изменения пород и почв при влиянии на них факторов почвообразования различаются при разном сочетании интенсивности и продолжительности действия этих факторов и сочетании их влияния на объекты. Это определяет и выбор путей оптимизации эволюции, экологического состояния и плодородия почв.

Трансформация, миграция и аккумуляция вещества, энергии и информации. Генезис и эволюция почв определяются трансформацией, миграцией и аккумуляцией вещества, энергии и информации. Свойства почв, а также протекающие в них процессы и режимы изменяются в сезонной динамике. Изменения свойств подразделяют на обратимые и необратимые. Необратимые изменения характеризуют темпы эволюции почв и проявляются больше в почвах, менее равновесных с локальными факторами почвообразования. Изменение свойств почв в сезонной динамике характеризуются петлей гистерезиса свойств почв, а также степенью разомкнутости петель гистерезиса.

Так по обобщенным данным, в дерново-подзолистых почвах Московской области, площадь петель гистерезиса для лесной и пахотной почв равна, соответственно, 6,0 и 7,5 м². Величина (max-min):min за два года составила для леса 0,21, для поля – 9,27. Это соответствует большему состоянию равновесия с внешней средой у почв целинных по сравнению с пахотными и окультуренными почвами.

Процессы трансформации, миграции и аккумуляции вещества, энергии и информации в почве тесно связаны с процессами комплексобразования, ионного обмена, растворимости осадков, с pH и Eh среды. В почве в корнях растений, в процессах метаболизма в растениях проявляются эффекты синергизма и антагонизма в трансформациях поглощенных ионов. Важное значение имеет последовательность реакций.

Влияние факторов почвообразования на генезис и эволюцию почв на разном иерархическом уровне. Свойства, процессы и режимы почв существенно меняются

при избыточном их увлажнении. Это иллюстрируют данные таблицы 1.

1. Сумма подвижных соединений, вытесненных из почв, методом химической автографии на основе электролиза, мкг/см²

Почва	Увлажнение	Fe	Ca	Ca/Fe
Дп ₂ ОК ₁	Оптимальное	1,7	79,2	46,4
	Избыточное	5,0	90,3	18,1
Дп ₂ ОК ₃	Оптимальное	6,5	92,5	14,2
	Избыточное	14,5	163,9	4,2

Как видно из приведенных данных, с увеличением степени увлажнения почв отношение Ca/Fe существенно уменьшается. При этом изменение свойств почв при избыточном увлажнении зависит от температуры (табл. 2).

2. Изменение состава почвенных растворов при избыточном увлажнении дерново-подзолистых почв в зависимости от температуры и продолжительности компостирования

Время компостирования, дни	20°C		40°C	
	pH	Eh мВ	pH	Eh мВ
10	6,9±0,8	316±91	7,0±0,7	207±71
66	7,17±0,5	110±58	7,4±0,3	52±29

Изменения свойств почв отличаются при чередовании увлажнения и иссушения почв. При избыточном увлажнении и иссушении почв изменяются сумма восстановленных веществ, отношение подвижных форм Fe₂O₃ и FeO, что демонстрируют данные таблицы 3.

3. Изменение соотношения Fe₂O₃ и FeO, сумм восстановленных веществ почв при их увлажнении и иссушении

Почвы	Вариант		
	Исходный	21 день избыточного увлажнения	17 дней иссушения
Дерново-подзолистая	2,0/600	0,5/750	0,02/450
Чернозем	2,0/350	0,4/700	0,5/1010

Примечание. До черты отношение Fe₂O₃:FeO, после черты – сумма восстановленных веществ по Негевелову.

Как видно из данных таблицы 3, скорость изменения свойств почв при избыточном увлажнении и иссушении различается. Они характерны для отдельных почв и, по полученным данным, для разных горизонтов.

Из представленных данных видно, что скорость изменения свойств почв при избыточном увлажнении и иссушении различается. Она служит характеристической для отдельных почв и для разных горизонтов их.

Увлажнение и иссушение почв влияют на микробиологическую активность почв (табл. 4).

4. Изменение микробиологической активности дерново-подзолистых почв при чередовании увлажнения и иссушения

Увлажнение	Микробиологическая активность	Почвы (число клеток на 1 г почвы)		
		Дп ₂	Дп ₂ ^Г	Чернозем
37 дней >ПВ	Аэробы	366	1296	929
	Маслянокислые бактерии	4990	53	397
	Ацетобутиловые бактерии	898	39	1294
67 дней иссушения	Аэробы	1414	241	742
	Маслянокислые бактерии	0,3	0,2	0,3
	Ацетобутиловые бактерии	0,3	0,1	0,2
30 дней W>100% ПВ	Аэробы	346	134	959
	Маслянокислые бактерии	339	11	291
	Ацетобутиловые бактерии	117	118	27
50 дней иссушения	Аэробы	76	36	54
	Маслянокислые бактерии	140	0,4	14,9
	Ацетобутиловые бактерии – анаэробы	35,6	0,1	19,0

Как видно из приведенных данных, избыточное увлажнение и иссушение существенно влияют на содержание аэробных и анаэробных микроорганизмов почв. При иссушении количество анаэробных микроорганизмов уменьшается, при избыточном увлажнении – возрастает. Сроки этих изменений неодинаковы для разных почв и зависят от предыдущих периодов избыточного увлажнения и иссушения почв.

Закон частичной заменимости факторов генезиса и эволюции почв. Наряду с законом незаменимости факторов жизни, в том числе эволюции почв, существует закон о частичной заменимости факторов жизни, в том числе растений. Так, в условиях невесомости в космосе, отсутствия гравитации заменяют электрические поля (+ в наземных органах и – в зоне корней). В ряде случаев фотосинтетическая активность радиации и понижения температуры компенсируется увеличением содержания биогенных элементов в почве, увеличением содержания CO₂ в почвенном воздухе, некорневыми подкормками. Большая прочность связи биогенных элементов с твердой фазой почв в почвенном поглощающем комплексе может компенсироваться увеличением комплексобразования в почвенных растворах органических лигандов разлагающихся растительных остатков с поливалентными металлами и освобождением из осадков Fe, Mn, Al, Mg, Ca, ионов фосфатов и др. Это подтверждается данными таблицы 5.

5. Растворимость осадков Fe и Mn в вытяжках из различных растительных остатков

pH	Fe ₂ O ₃	MnO ₂
<i>Вытяжка из соломы пшеницы</i>		
2,4-3,7	0,6±0,1	3,7±1,5
5,8-7,7	3,3±0,2	1,1±0,1
<i>Вытяжка из сена злаковых</i>		
2,5-5,2	3,4±0,6	19,6±3,5
8,2-8,9	0,9±0,3	8,6±0,3

Как видно из приведенных данных, продукты разложения злакового сена обладают большей комплексобразующей способностью к Fe и Mn, чем продукты разложения соломы. При этом растительные остатки разных растений обладают неодинаковой комплексобразующей способностью (табл. 6).

6. Комплексобразующая способность водорастворимых органических веществ к Cd, Cu мг/л

Растительные остатки	Cd	Cu
Дудник	0,007	0,060
Копытень	0,240	0,048
Прикорневая зона ели	0,001	0,023
Кислица	0,051	0,033
Прикорневая зона: сосны	0,073	0,019
кислицы	0,084	0,037
Папоротник	0,013	0,025
Зеленый мох	0,083	0,024
Прикорневая зона березы	1,055	0,044
Мох	0,006	0,029

Из сравниваемых водорастворимых органических продуктов, образующихся при компостировании с водой изучаемых растений, обладают большей комплексобразующей способностью к металлическим Cd и Cu вытяжки из прикорневой зоны березы, а из травянистых растений лиганды водорастворимых органических веществ из копытня, а меньшей – из кислицы, папоротника, зеленого мха.

Заключение. Климат, рельеф, почвообразующая порода, растительность, антропогенное влияние действуют на почвы как факторы почвообразования.

Наряду с докучаевскими факторами почвообразования, дополнительными факторами являются: геофизические поля, микробиологическая активность, интенсивность и скорость воздействия во времени и в пространстве. При этом необходимо выделять удельный вес влияния факторов почвообразования на генезис и эволюцию почв, очередность, интенсивность воздействия на почвообразующую породу с проявлением процессов синергизма и антагонизма. Генезис и эволюция почв определяются трансформацией, миграцией и аккумуляцией не только веществ, но также энергии и информации. Важное значение для эволюции почв имеют как последовательность воздействия отдельных факторов почвообразования на почвообразующую породу, так и степень их интенсивности. При этом проявляются гистерезис свойств почв, память почв, закон убывающей отдачи.

Литература

1. Герасимов И.П. Элементарные почвенные процессы как основа для генетической диагностики почв // Почвоведение. – 1973. – № 5. – С. 102-113.

2. Добровольский Г.В., Ковалева Н.О. Информационная функция почв в биосфере. Роль почв в биосфере // Труды института экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. – вып. 10. – М.: МАКС-Пресс. – 2010. – С. 7-24.
3. Зонн, С. В. Современные проблемы генезиса и географии почв. – М.: Наука, 1983. – 168 с.
4. Савич В.И., Раскатов В.А., Саидов А.К., Норовсурэн Ж., Снагинский М.Н., Геофизические поля, как фактор почвообразования// Известия ТСХА. – 2009. - №3. - С. 9-25.
5. Савич В.И., Мазиров М.А., Седых В.А. Агроэкологическая оценка геофизических полей. – М.: РГАУ_МСХА, ВНИИА, 2016. – 492 с.
6. Савич В.И., Норовсурэн Ж., Гукалов В.В. Агроэкологическая оценка почвообразовательных процессов// Международный с.-х. журнал. – 2016. – №1. – С. 25-28.
7. Савич В.И., Наумов В.Д., Гукалов В.В. Локальное протекание почвообразовательных процессов, как фактор корректировки моделей плодородия почв// Международный с.-х. журнал. – 2017. – №1. – С. 49-53.
8. Савич В.И., Торишин С.П., Белопухов С.Л. Агроэкологическая оценка органоминеральных и комплексных соединений почв. – РГАУ-МСХА, Иркутск.: Мегатрип, 2017. – 298 с.
9. Савич В.И., Мосина Л.В., Норовсурэн Ж., Сидоренко О.Д. Микробиологическая активность, как фактор почвообразования // International Agricultural Journal. – 2019. – №1. – С. 8-42.
10. Таргульян В.О. Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. – М., ЛКИ, 2008. – 687 с.

INFLUENCE OF SOIL FORMATION FACTORS ON GENESIS AND THE EVOLUTION OF SOILS

V.I. Savich ¹, V.D. Naumov ¹, V.A. Sedykh ², V.V. Gukalov ³, N.L. Kamennykh ¹
¹ FGBOU IN RGAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
²FKU of the Federal Penitentiary Service of Russia,
³Wildebееst North Kuban Agricultural Experimental Station
of the Krasnodar Research Institute named after P.P. Lukyanenko
solnaumov@yandex.ru

It is shown that the factors of soil formation should include the geophysical fields of the Earth, microbiological activity and the speed of processes. Soil formation is caused by transformation, migration and accumulation of matter, energy and information at different hierarchical levels. It is established that the evolution of soils is caused by local changes in properties, processes, modes in time and space. The mutual influence of physical fields in their effect on the genesis and evolution of soils is considered.

Keywords: soil, factors of soil formation, genesis, evolution.