

3. Баланс элементов питания в земледелии области, кг/га

| Годы | Приход | | | | Расход | | | | Баланс +/- | | | |
|-----------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|------------|-------|-------|-------|
| | всего | N | P | K | всего | N | P | K | всего | N | P | K |
| 1966-1970 | 9,4 | 3,5 | 2,5 | 3,4 | 60,5 | 32,1 | 9,8 | 18,6 | -51,1 | -28,6 | -7,3 | -15,2 |
| 1971-1975 | 18,9 | 7,0 | 6,2 | 5,7 | 76,5 | 40,6 | 12,4 | 23,5 | -57,6 | -33,6 | -6,2 | -17,8 |
| 1976-1980 | 37,7 | 10,5 | 13,0 | 10,7 | 67,0 | 35,6 | 10,8 | 20,6 | -29,3 | -25,1 | +2,2 | -9,9 |
| 1981-1985 | 58,8 | 23,4 | 20,2 | 15,2 | 75,9 | 40,3 | 12,3 | 23,3 | -17,1 | -16,9 | +7,9 | -8,1 |
| 1986-1990 | 67,5 | 27,9 | 26,3 | 13,3 | 78,9 | 41,9 | 12,8 | 24,2 | -11,4 | -14,0 | +13,5 | -10,9 |
| 1991-1995 | 20,2 | 8,0 | 5,8 | 6,4 | 81,2 | 46,2 | 13,1 | 24,9 | -61,0 | -35,2 | -7,3 | -18,5 |
| 1996-2000 | 7,1 | 2,8 | 1,4 | 2,9 | 75,9 | 40,3 | 12,3 | 23,3 | -68,8 | -37,5 | -10,9 | -20,4 |
| 2001-2005 | 25,2 | 16,1 | 4,0 | 5,1 | 83,1 | 40,9 | 14,5 | 27,7 | -57,9 | -22,6 | -10,5 | -24,8 |
| 2006-2010 | 22,8 | 14,3 | 2,8 | 5,7 | 73,6 | 32,5 | 12,4 | 28,7 | -50,8 | -18,2 | -9,6 | -23,0 |
| 2011-2015 | 20,6 | 13,6 | 2,3 | 4,7 | 76,1 | 33,2 | 11,2 | 31,7 | -55,5 | -19,6 | -8,9 | -27,0 |
| 2016 | 23,3 | 14,7 | 2,8 | 5,8 | 80,9 | 34,8 | 12,0 | 34,1 | -57,6 | -20,1 | -9,2 | -28,3 |

4. Баланс элементов питания в Омской области

| Баланс элементов питания | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Внесено NPK, тыс.т д.в.: с минеральными удобрениями | 8,8 | 6,0 | 9,0 | 11,1 | 11,2 |
| с органическими удобрениями | 18,4 | 16,2 | 15,4 | 13,2 | 15,0 |
| возврат питательных веществ с соломой и растительными остатками | 10,9 | 22,9 | 12,9 | 13,7 | 22,5 |
| Итого внесено NPK, тыс.т д.в. | 38,1 | 45,1 | 37,3 | 38,0 | 48,7 |
| Вынос NPK с урожаем с-х культур, тыс.т д.в. | 156,1 | 268,0 | 251,2 | 290,7 | 259,3 |
| Баланс питательных веществ: | | | | | |
| - тыс.т д.в. | -118,0 | -222,9 | -213,9 | -252,7 | -210,6 |
| кг/га посевной площади с-х культур | -30,3 | -62,3 | -58,2 | -67,8 | -57,6 |

Выводы. Во многих принятых зональных системах земледелия области недостаточно отражены вопросы расширенного воспроизводства плодородия почв и борьба с потерями гумуса. Понятно, что сохранение почвы, рациональное использование земельных ресурсов и своевременное использование сбалансированных

доз удобрений имеет не только производственное, но и экологическое значение. Многие годы научные разработки по рациональному использованию земли на практике остаются практически без внимания. Данные разработки и анализ применяются ситуационно, без мониторинга состояния земельных ресурсов. Стремление к максимальному получению прибыли, бесконтрольное использование земли ведут к развитию негативных процессов.

Литература

1. Ермохин Ю.И., Шойкин О.Д. О плодородии почвы и применении минеральных удобрений в Омской области // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы земли. Человек. – 2015. – № 1 (138). – С. 93-96.
2. Красницкий В.М., Шмидт А.Г. Динамика плодородия пахотных почв Омской области и эффективность использования средств его повышения в современных условиях // Достижения науки и техники в АПК. – 2016. – № 7. – С. 34-37.
3. Красницкий В.М. Состояние плодородия почв области // На службе плодородия почв Омской области: сб. науч. тр., посвящ. 40-летию создания агрохимической службы / МСХ Омской обл. ФГУ ЦАС «Омский», ФГУ САС «Тарская», Под ред В.М. Красницкого. – Омск, 2004. – С. 17-25.
4. Мищенко Л.Н., Мельников А.Л. Почвы Западной Сибири : учеб. пособие. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 248 с.
5. Шмидт А.Г., Матвейчик О.А. Красницкий В.М. Экологические проблемы АПК Омской области // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной III Манякинским чтениям: "Зеленая экономика": риски, выгоды и перспективы с точки зрения устойчивого развития". – Омск, 2014. – С. 419-426.

ASSESSMENT OF SOIL FERTILITY IN THE OMSK OBLAST

V.M. Krasnitskii¹, A.G. Shmidt¹, O.D. Shoikin²

¹Omskii Center of Agricultural Service, pr. Koroleva 34, Omsk, 644012 Russia, E-mail: krasnitsky@omsknet.ru

²Stolypin State Agrarian University, Institutskaya pl. 1, Omsk, 644008 Russia, E-mail: od.shoikin@omgau.org

The state of soil fertility in the Omsk region was assessed on the basis of long-term data and performed studies. The dynamics of changes in humus, phosphorus, potassium, and acidity was estimated. The balance of nutrient elements in the agriculture of the region for the period 1966–2016 was considered. The main factors leading to a decrease in soil fertility and humus content in the zones of the region were characterized.

Keywords: fertility, humus, content, phosphorus, potassium, acidity, balance, soil erosion.

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В.И. Савич, д.с.-х.н., РГАУ-МСХА, Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., ВНИИА, В.А. Седых, РГАУ-МСХА, В.В. Гукалов, ООО «Заветы Ильича» Краснодарского края

Приведены экспериментальные материалы по влиянию органоминеральных удобрений на свойства почв, урожай сельскохозяйственных культур. Показано, что в значительной степени их воздействие на систему почва - растение обусловлено комплексобразующей способностью органических лигандов, содержанием энергии в

органических соединениях, их емкостью поглощения. Установлено различное влияние применения органоминеральных удобрений на отдельные свойства почв. Рассматриваются закономерности такого влияния.

Ключевые слова: гумус, органоминеральные удобрения, урожай, плодородие почв.

Объект исследования - дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые почвы [3, 5] и обыкновенные карбонатные малогумусные мощные тяжелосуглинистые черноземы [4].

Методика исследования состояла в оценке изменения свойств почв при внесении органических и органоминеральных удобрений, пожнивных остатков растений, в оценке их влияния на урожай сельскохозяйственных культур [3-6, 8].

Экспериментальная часть. 1. Органоминеральные удобрения содержат определенное количество биогфильных элементов и характеризуются дополнительно их соотношением, прочностью связи, скоростью перехода из удобрений в раствор, селективностью к сорбции почвой, селективностью к поглощению корневой системой разных видов и сортов растений [1, 2, 7, 10].

По полученным данным, внесение в почву органических и органоминеральных удобрений приводит к существенному изменению агрохимических свойств почв. Так, при внесении навоза и компоста в дозе 50 т/га в обыкновенный чернозем содержание органического вещества и подвижных фосфатов изменилось, по сравнению с контролем, соответственно: органическое вещество – от $3,7 \pm 0,1$ до $3,8 \pm 0,3$ и $4,2 \pm 0,1\%$, P_2O_5 – от $29,1 \pm 1,1$ до $36,9 \pm 1,7$ и $47,8 \pm 0,1\%$ [4].

2. Органоминеральные удобрения и органические лиганды, содержащиеся в них, частично блокируют сорбционные места почвенного поглощающего комплекса. Эффект взаимодействия с почвой зависит от очередности внесения в почву органических, органоминеральных и минеральных удобрений.

По полученным данным, влияние органических удобрений на подвижность в почвах фосфатов зависит от очередности внесения их в почву: до или после внесения минеральных удобрений. Так, при внесении в дерново-подзолистую почву органических удобрений они блокируют сорбционные места, обусловленные железом и алюминием, базиды почв. Дальнейшее внесение фосфорных удобрений сопровождается их меньшим закреплением в почве. Если органические удобрения вносят в почву после фосфорных, то возможны два варианта: в первом, если они приводят к образованию комплексных соединений фосфатов, то подвижность фосфатов возрастает, во втором, если органические пленки блокируют фосфаты, поглощенные ППК, то подвижность фосфатов уменьшается. Такая закономерность относится и к влиянию органических удобрений на другие ионы.

3. Органические и органоминеральные удобрения, вносимые в почву, вытесняют из твердой фазы почв другие ионы, что зависит от прочности связи ионов в почве и в удобрениях.

Продукты разложения органических удобрений и растительного опада обладают комплексобразующей способностью по отношению к поливалентным катионам. Это приводит не только к увеличению их подвижности, но и к вымыванию из твердой фазы почв в поверхностные воды при промывном типе водного режима.

Так, по полученным данным, при промывании дерново-подзолистых почв водной вытяжкой из сена содержание обменного железа уменьшилось с $4,4 \pm 2,0$ до $0,5 \pm 0,1$ мг/100 г, Ca – со $101,1 \pm 22,6$ до $69,8 \pm 8,3$, Al – с $27,7 \pm 12,0$ до $0,5 \pm 0,1$ мг/100 г.

4. В органоминеральных удобрениях, как правило, присутствуют комплексы с органическими лигандами K, Ca, Mg, поливалентных металлов, комплексы с Fe, Al и, как положительно заряженный ион, с фосфатами. Эти комплексы характеризуются определенными константами устойчивости и различной молекулярной массой. При меньшей плотности заряда эти соединения легче поступают в корневую систему растений. В то же время, возможна их значительная миграция в более глубокие слои почв и в поверхностные воды.

В таблице 1 приведены данные о комплексобразующей способности почвенных растворов по отношению к меди.

1. Комплексобразующая способность органического вещества почв по отношению к меди

| Вариант опыта | Cu | |
|----------------------------|---------------|--------|
| | мг/л раствора | мг/г С |
| Дерново-подзолистая почва: | | |
| контроль | 2,2 | 110,0 |
| + сено, 30 т/га | 13,4 | 670,0 |
| + навоз, 30 т/га | 2,6 | 86,6 |
| Чернозем: | | |
| контроль | 2,2 | 270,0 |
| + сено, 30 т/га | 6,0 | 600,0 |
| + навоз, 30 т/га | 4,2 | 210,0 |

5. При поступлении в растения указанные комплексные соединения участвуют в реакциях конкурирующего комплексобразования адендов и лигандов с продуктами метаболизма растений.

Рядом авторов установлено поступление низкомолекулярных органических веществ и комплексных соединений в растения. При этом высокомолекулярные соединения на контакте с корневой системой под влиянием рН-протонирования и гидратообразования разлагаются на молекулы с меньшей молекулярной массой.

Поглощение элементов растениями возможно, как в виде комплексов, компоненты которых затем включаются в процессы метаболизма, так и при передаче биогфильных элементов от одного поглощенного комплекса другому, в котором константа устойчивости лиганда с поглощенным катионом выше, чем в первом комплексе.

В литературе указывается и на избирательность протекающих процессов комплексобразования. Необходимые для растений катионы связываются в комплексы с процессами метаболизма, которые затем используются в последующих, необходимых для растений реакциях. Токсиканты сорбируются в очень прочных комплексах, исключая влияние токсикантов на растения. При большой молекулярной массе комплексов их поступление в растения затруднено, с уменьшением молекулярной массы поглощаемых веществ их поступление в растения возрастает. По данным А.И. Карпухина [6], при молекулярной массе фульвокислот 11250 поглощено углерода $22,7 \pm 1,1$ г/растение, а при молекулярной массе 330 – поглощено $40,4 \pm 2,0$ г С на растение подсолнечника. Для гуминовых кислот различия еще более значимы. При их молекулярной массе 12000 поглощено $9,2 \pm 0,6$ мг С на растение фасоли, а при молекулярной массе 310 поглощено $22,3 \pm 1,2$ мг С на растение.

По данным автора, комплексные фульватные соединения железа легче поступали в растения фасоли, чем из раствора $FeCl_3$. Так, в нижний лист из $FeCl_3$ и из комплекса Fe поступило, соответственно, 1,6 и 4,0 мг·10⁻³ на орган, в корни, соответственно, 0,6 и 1,2. При

молекулярной массе 700 и 10000 поглощено растениями Cu (в % от исходного) 64,8 и 43,9, а Fe, соответственно, 67,9 и 51,3.

6. Устойчивость самих комплексов зависит как от протекающих в почвах эффектов протонирования и гидратобразования, так и от влияния на устойчивость Eh среды [7, 8].

7. Вносимые в почву органоминеральные соединения характеризуются различной величиной и плотностью положительного и отрицательного зарядов частиц. Это при их поглощении влияет и на плотность заряда ацидоидов и базоидов ППК. Так, по полученным данным, в хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве содержание отрицательно и положительно заряженных соединений Са составляло, соответственно, 96 и 254 мг/л, Mg – 19,2 и 86,9, Fe – 34,2 и 15,4 мг/л. В черноземе содержание отрицательно и положительно заряженных соединений Са составляло, соответственно, 34 и 448 мг/л, Mg – 19,4 и 61,8, Fe – 175 и 5,3 мг/л.

Применение удобрений приводило к изменению доли положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений в почве. Так, по полученным данным, при внесении удобрений в расчете на использование растениями 3% ФАР на дерново-подзолистой почве отношение положительно и отрицательно заряженных соединений калия изменилось под многолетними травами с 0,9 до 1,0, под озимой пшеницей – с 0,5 до 1,0. Однако при этом произошло разрушение комплексов железа и цинка, и отношение их положительно и отрицательно заряженных соединений под озимой пшеницей изменилось для Fe с 1,7 до 2,3 и Zn – с 1,3 до 1,6.

По данным А.И. Карпухина, из отрицательно заряженных железо-фульватных комплексов поступало в растения 100% С и 94% Fe от исходного, а из положительно заряженных, соответственно, 73,5 и 73,8% FeCl₃.

8. Обладая определенной степенью гидрофильности и гидрофобности, компоненты органоминеральных удобрений влияют на поверхностное натяжение почвенных растворов. Это определяет состав испарений из почв, продуктов транспирации из растений, закономерности изменения почвенных растворов при вымораживании.

9. Органоминеральные удобрения, вносимые в почву, изменяют pH почв и показатели кислотно-основного равновесия.

10. Под влиянием органоминеральных удобрений изменяются и показатели окислительно-восстановительного состояния почв.

11. Обладая комплекссообразующей способностью, органоминеральные удобрения влияют на структуру почв, увеличивая, как правило, долю водопрочных агрегатов.

По полученным данным, внесение в обыкновенный чернозем навоза и органоминерального компоста изменило, по сравнению с контролем + N₆₀, полную влагоемкость, соответственно, с 38,0±0,5% до 43,6±0,6 и 46,7±0,7%. Коэффициенты структурности изменились при этом с 2,5±0,4 – на контроле до 2,8±0,1 – при внесении навоза, до 3,0±0,1 – при внесении компоста. Внесение компоста привело к увеличению пористости с 47,2±0,4 до 53,1±0,6% [4].

Внесение в почвы органических удобрений и пожнивных остатков растений значительно улучшает агре-

гатный состав почв. Это иллюстрируют для дерново-подзолистых почв материалы таблицы 2.

Как видно из полученных данных, внесение в почвы пожнивных остатков растений улучшило структуру почв. В большей степени это наблюдается при внесении в почву пожнивных остатков ячменя, в меньшей степени – пожнивных остатков картофеля [5].

2. Изменение структуры почв при внесении в них пожнивных остатков растений (3 г остатков на 100 г почв), %

| Агрегаты > 3 мм | | | Агрегаты > 0,25 мм | | |
|----------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| контроль | + остатки ячменя | + остатки картофеля | контроль | + остатки ячменя | + остатки картофеля |
| <i>Слабоокультуренная почва</i> | | | | | |
| 0,11 | 9,39 | 1,17 | 40,7 | 49,6 | 48,2 |
| <i>Хорошоокультуренная почва</i> | | | | | |
| 0,58 | 14,57 | 2,72 | 48,6 | 64,0 | 73,3 |

12. Применение органоминеральных удобрений оптимизирует микробиологическую активность почв и опосредованно изменяет содержание CO₂ и O₂ в почвенном воздухе. Интенсивность выделения CO₂ с поверхности дерново-подзолистой почвы (мг CO₂/м² в час) составляла на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве под картофелем 117,8±15,0, на не-удобренной – 102,2±14,9. Интенсивность выделения почвой CO₂ возрастала при внесении органических и органоминеральных удобрений при достижении оптимальной влажности почв. Однако при превышении концентрации CO₂ в почвенном воздухе > 3% уменьшалась биопродуктивность посевов озимой пшеницы, а при концентрации > 5% снижалась биопродуктивность многолетних трав [5].

По полученным данным, в продуктах испарения из помета присутствовали органические соединения с характерными пиками поглощения при 1650 см⁻¹; 1300; 2125 и 1850 см⁻¹, что соответствует наличию в воздушных выделениях ароматических углеводородов, внутрикомплексных соединений, групп CH₂, CH₃, ацетиленов. Данные дериватографии также показали наличие в воздушных выделениях из помета с опилками органических соединений, сгорающих при температурах 200 °C (алифатические соединения) и 400 °C (ароматические соединения).

13. Внесение в почву удобрений на основе органоминеральных соединений изменяет скорость перехода биофильных элементов и токсикантов из твердой фазы почвы в раствор.

14. Органическое вещество обладает высокой емкостью поглощения по отношению к катионам (у песка емкость поглощения 5 мг-экв/100 г, у глины – 40, у гуминовых кислот – до 500, у фульвокислот – до 800, у торфа – до 200 мг-экв/100 г). Высокой емкостью поглощения обладают и органические компоненты органоминеральных удобрений. Как следствие, при их применении увеличивается депонирующая способность почв.

Содержание подвижных форм элементов питания зависит от содержания гумуса. Так, по полученным данным, содержание обменного калия зависело от содержания гумуса, что описывалось следующей зависимостью: K₂O = -0,8 + 1,0Г% - 0,28Х + 7,6К, где Х – содержание илстой фракции, К – валовое содержание калия. Аналогичная зависимость установлена для подвижного фосфора: P₂O₅ = 3,92 + 0,8Г% - 0,53Х + 107,4Р; r = 0,95.

Однако при увеличении содержания гумуса возрастает и содержание подвижных форм тяжелых металлов. По полученным данным, для черноземов $Zn = 2 + 0,73Г\%$, $R^2 = 0,86$; $Pb = 1,5 + 0,92Г\%$; $R^2 = 0,92$.

15. Учитывая многостороннее влияние органоминеральных удобрений на свойства почв, ряд авторов вносят поправки в градации обеспеченности почв биофильными элементами и в предельно допустимые концентрации токсикантов с учетом степени гумусированности почв.

16. Применение органоминеральных удобрений существенно изменяет показатели информационно-энергетической оценки плодородия. Увеличение емкости поглощения почв, степени гумусированности сопровождается накоплением в почвах энергии.

Увеличение в почвах содержания гумуса при внесении в них органических и минеральных удобрений приводит и к возрастанию энергоёмкости почв [5].

3. Энергоёмкость дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности и удобрённости, млн ккал/га

| Уровень плодородия и удобрённости почвы | В биоте | В растительных остатках | В гумусе |
|---|---------|-------------------------|----------|
| Слабоокультуренная | 3,8 | 13,1 | 334,8 |
| Хорошоокультуренная | 9,4 | 18,4 | 482,9 |
| Хорошоокультуренная + NPK на 3% ФАР | 11,7 | 25,2 | 525,9 |

Как видно из представленных в таблице 3 данных, увеличение окультуренности почв и внесение удобрений способствуют увеличению энергоёмкости составных частей почв.

По полученным данным, поступление в дерново-подзолистую почву энергии с послеуборочными остатками зависело от степени окультуренности почв и выращиваемых сельскохозяйственных культур [5]. Для слабоокультуренной почвы эта величина равна 11,7 млн ккал/га, для хорошо окультуренной при внесении минеральных удобрений на использование растениями 3% ФАР – 23,9-24,5 млн ккал/га. Поступление в почву энергии зависело от поступления в нее углерода с пожнивными остатками растений. Для озимой пшеницы оно составляло $27,4 \pm 5,0$ ц/га, для картофеля – $8,6 \pm 2,9$, для трав 2-го года пользования – $30,6 \pm 3,3$ ц/га.

Установлено, что на слабоокультуренной дерново-подзолистой почве с энергетической точки зрения более выгодно выращивание многолетних трав, на хорошо окультуренной – озимой пшеницы.

По данным С.П. Волошина [3], при применении органоминеральной системы удобрения на дерново-подзолистой почве энергия прибавки урожая зерна составила 23,6 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности 2,3.

17. Как следствие благоприятного влияния органоминеральных удобрений на систему почва - растение, их внесение в почву существенно повышает коэффициент использования биофильных элементов растениями [9, 11].

По полученным данным [6], урожай кукурузы при применении навоза на обыкновенном черноземе возрос с 71,0 до 78,4 ц/га, а при применении органоминерального компоста – до 95,0 ц/га. В среднем за 3 года урожайность возросла с 61,9 ц/га на контроле до 80,8 ц/га при применении компоста [3].

Согласно данным ВНИИ агрохимии [12], минеральная система удобрения, применяющаяся на дерново-

подзолистой легкосуглинистой почве в дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$, позволила получить урожай яровой пшеницы в среднем 34,5 ц/га, что на 80% выше контроля. Однако окупаемость по органоминеральной системе ($N_{60}P_{60}K_{60} + 7$ т/га навоза) была выше (7,9 кг зерна на 1 кг NPK), чем при использовании минеральной системы (5,6 кг зерна на 1 кг NPK). При этом применение органоминеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + 6,6$ т/га навоза) позволило получить чистый доход 7763 руб/га [3].

Таким образом, при внесении органоминеральных удобрений в почву увеличивается емкость поглощения почвой ионов, улучшается структурное состояние почв, повышаются подвижность катионов и анионов, их поступление в растения. Это сопровождается оптимизацией информационно-энергетических взаимодействий в почве и в растениях, что приводит к повышению эффективности использования биофильных элементов, входящих в состав удобрений, к повышению урожая.

Однако необходимы расчет протекающих процессов, разработка алгоритмов и программ создания органоминеральных удобрений со строго заданными свойствами и прогноза их взаимодействия в системе почва - растение.

Литература

1. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах. - М.: ЦИНАО, 2000. - 500 с.
2. Белюченко И.С. Отходы быта и производства, как сырье для подготовки сложных компостов. - Краснодар: КубГАУ, 2015. - 419 с.
3. Волошин С.П. Агроэкологическая эффективность различных доз и сочетаний органических и минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве//Автореф. канд. дисс. - М.: ВНИИА, 2017. - 22 с.
4. Гукалов В.В. Влияние сложных органоминеральных компостов на свойства и процессы в системе почва - растение на обыкновенном черноземе, развитие и продуктивность растений кукурузы// Автореф. канд. дисс. - М.: ВНИИА, 2015. - 19с.
5. Замаев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота. Ч. 2. - М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2005. - 336 с.
6. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П. и др. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве// Агрохимия. - 2012. - №2. - С. 37-46.
7. Карпухин А.И., Сычев В.Г. Комплексные соединения органических веществ почв с ионами металлов. - М.: ВНИИА, 2005. - 188 с.
8. Савич В.И., Белопухов С.Л., Гукалов В.В. и др. Комплексобразующая способность продуктов разложения растительного опада и ее влияние на подвижность поливалентных катионов//Вестник Казанского технолог. ун-та- 2015. - № 12. - Т. 8. - С. 185-189.
9. Савич В.И., Сычев В.Г., Балабко П.Н. и др. Баланс биофильных элементов в системе почва - растение Вестник БГАУ.- 2016.- №1(37), с. 14-20.
10. Савич В.И., Черников В.А., Седых В.А. Информационно-энергетическая оценка взаимодействия органических удобрений с почвой, Изв. ТСХА. - 2012. - №6. - С. 131-141.
11. Седых В.А. Экологическая оценка использования птичьего помета в земледелии на почвах таежно-лесной зоны. - М.: МСХА, 2013. - 490 с.
12. Сычев В.Г., Мерзлая Г.Е., Волошин С.П., Понкратенкова И.В. Биологическая активность почвы и урожайность яровой пшеницы при использовании органических и минеральных удобрений// Плодородие. - 2016. - №6. - С. 2-4.

¹Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy ul. Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550 Russia, soil-lab@timacad.ru²Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia³ООО Zavety Il'icha, ul. Sadovaya 218, Krasnodar, 350033 Russia

Experimental data about the effect of organomineral fertilizers on soil properties and crop yield are presented. It is shown that their effect on the soil–plant system is largely due to the complexing capacity of organic ligands, the content of energy in organic compounds, and their sorption capacity. Different effects of organomineral fertilizers on separate soil properties were revealed. Regularities of this effect are considered.

Keywords: humus, organomineral fertilizers, yield, soil fertility.

УДК 831.41

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛАНДШАФТЕ НА ПОДГОРНО-ПРИМОРСКИХ РАВНИНАХ ДАГЕСТАНА

**Р.Ф. Байбеков, чл.-корр., ВНИИ агрохимии химических средств защиты растений,
В.И. Савич, д.с.-х.н., Г.Б. Подголоцкая, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
М.Е. Котенко, Дагестанский ТУ**

Показано, что закономерная смена почв отмечается не только в пределах вертикальной зональности при превышениях абсолютных высот местности более 500 м, но и в подгорных районах Дагестана с превышениями до 200 м. Это обусловлено изменением с высотой местности почвообразующих и подстилающих пород, гидротермических условий территории, уровня, характера и степени засоления грунтовых вод и, как следствие, закономерным изменением растительных ассоциаций и биопродуктивности угодий. Закономерные изменения почв и почвенного покрова отмечаются и на отдельных элементах мезо- и микрорельефа.

Ключевые слова: ландшафт, изменения почв по рельефу, структура почвенного покрова.

В работе доказывается, что в дополнение к рассмотрению вертикальной зональности (поясности) почв в горных районах целесообразно оценивать изменение свойств почв, процессов и режимов с высотой местности на уровне предгорных районов, бассейнов, ландшафтов. Во всех случаях причинами особенностей формирования почв на разных элементах рельефа являются: абсолютная высота местности, форма и экспозиция склонов и, как следствие, изменения на отдельных элементах рельефа условий увлажнения, температуры, солнечной радиации, степени проявления засух и заморозков, отличия почвообразующих и подстилающих пород, грунтовых вод и глубины и формы поверхности их залегания. Это приводит к изменению режимов влажности и температуры, биопродуктивности угодий и состава растительных ассоциаций. Как следствие, отмечаются особенности развития почвообразовательных процессов, свойств почв; формируются специфические структуры почвенного покрова [1,3,9].

Объектом исследования выбраны почвы и ландшафты Терско-Сулакской и Терско-Кумской низменностей Дагестана [4–6, 10].

Методика. Состояла в заложении профилей в подгорно-приморской равнине на разных абсолютных высотах и изучении морфологии и свойств 100–170 разрезов. Определены агрохимические и физико-химические свойства почв, засоление в сезонной динамике, биопро-

дуктивность угодий и состав растительных ассоциаций по общепринятым методикам [4, 5, 10].

Методом компьютерной диагностики в цветовых системах RGB, CMYK, Lab оценена цветовая гамма почв и космических снимков [7].

Вычислены математические взаимосвязи между свойствами почв по уравнениям регрессии и методом парных корреляций по 15 эмпирическим формулам. Принятый уровень вероятности $p=0,95$.

Экспериментальная часть

1. На территории исследуемых подгорно-приморских равнин проявляются специфические факторы почвообразования, обуславливающие как проявление вертикальной поясности и инверсии, интерференции в распределении почв в пространстве, так и формирование в отдельных вертикальных поясах специфической структуры почвенного покрова.

При повышении абсолютных высот территорий отмечаются некоторое уменьшение температуры воздуха и понижение влажности. Однако особое влияние оказывают циркуляция воздушных масс и периодическая смена их направления, которое определяется формами рельефа. Направление ветров меняется по сезонам года, днем и ночью.

Подгорная равнина дифференцирована по формам рельефа, что определяет локальные источники питания и водоснабжения. Почвообразование в подгорных равнинах отличается поступлением делювия, пролювия и аллювия из предгорий. Почвы периодически обновляются и отмечается рост почв не только сверху, но и снизу.

Специфической особенностью формирования и эволюции почв являются также привнос солей с Каспийского моря и перенос их с вышележащих элементов рельефа. При этом в предгорных равнинах большую роль играет и боковой перенос солей, биофильных элементов и токсикантов [1,2].

Для отдельных компонентов подгорно-приморских равнин характерны и определенные почвообразующие породы. Подгорно-возвышенная часть равнины представлена конусами выноса горных рек, временными потоками и осыпями зандров, которые постепенно за-