

Литература

1. Выращивание лесных полос в степях Сибири / Е.Н. Савин, А.И. Лобанов, В.Н. Невзоров [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 102 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.
3. Кулик К.Н. Опустынивание земель и защитное лесоразведение в Российской Федерации // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 25–29.
4. Лобанов А.И., Вараксин Г.С., Савостьянов В.К. Роль защитных лесных насаждений Ширинской степи (Хакасия) в предотвращении опустынивания // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 87–94.
5. Почвенные условия и рост лесных защитных насаждений / под ред. Н.В. Орловского. – Красноярск, 1975. – 127 с.
6. Савостьянов В.К. Опустынивание на юге Средней Сибири: современное состояние, борьба с ним, использование опустыненных земель, ближайшие задачи // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 50–57.
7. Биогенные показатели почв под искусственными лесными посадками в прибрежной зоне озера Шира / О.А. Сорокина, Ч.И. Куулар, Н.В. Фомина [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 60–68.



УДК 631.86

О.А. Ульянова, М.С. Бутенко, Е.В. Петрова

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДородИЯ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ

В статье рассматривается изменение показателей потенциального и эффективного плодородия агросерой почвы под действием биогазуса, азофоски и смесей на их основе. Выявлено, что применение биогазуса в агросерую почву способствовало увеличению в 1,3 раза содержания C_{org} , в 1,2–1,5 раза количества легкогидролизуемого азота и 2,4–2,8 раза подвижного фосфора в зависимости от дозы его внесения по сравнению с контролем. Показано, что наибольшая урожайность кукурузы сформировалась под действием биогазуса, внесенного в количестве 6 т/га.

Ключевые слова: агросерая почва, плодородие, органические удобрения, биогазус, азофоска.

О.А. Ulyanova, M.S. Butenko, E.V. Petrova

CHANGE IN THE POTENTIAL AND EFFECTIVE FERTILITY INDICATORS OF THE AGROGREY SOIL UNDER THE FERTILIZER INFLUENCE

The change in the potential and effective fertility indicators of the agrogrey soil under the influence of biohumus, azophoska and mixtures based on them are considered in the article. It is revealed that the biohumus application facilitates the increase of C_{org} content by 1,3 times, hydrolysable nitrogen amount by 1,2–1,5 times and mobile phosphorus content by 2,4–2,8 times depending on its introduction dose compared with the control group. It is shown that the highest corn yield is formed under the biohumus influence introduced in the amount of 6 t/ha.

Key words: agrogrey soil, fertility, organic waste, biohumus, azophoska.

Введение. Потребность в органических удобрениях для воспроизводства гумуса в пахотных почвах Российской Федерации в настоящее время, по данным Б.М. Кизяева, Л.В. Кирейчевой [5], составляет 840 млн т. Удовлетворяется она лишь на 13 %. В связи с этим происходит снижение плодородия пахотных почв. Плодородие почвы – это способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы воздухом и теплом, благоприятной физико-химической средой для их нормальной жизнедеятельности [6]. В целях обеспечения продовольственной безопасности Красноярского края необходимыми являются мероприятия, направленные на сохранение, поддержание и воспроизводство плодородия пахотных почв. Одним из перспективных способов повышения плодородия почв является ис-

пользование удобрений, созданных на основе многотоннажных отходов лесной отрасли и сельского хозяйства. На кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского агроуниверситета (КрасГАУ) разработана технология переработки птичьего помета и опилок методом вермикультуры в новое экологически безопасное удобрение – биогумус. Для внедрения и широкого использования этого удобрения в сельском хозяйстве региона необходима его апробация.

Цель исследований. Изучить влияние разных доз биогумуса, азофоски и их смесей на показатели потенциального и эффективного плодородия агросерых почв. Последние в структуре почвенного покрова пашни Красноярского края занимают 1086700 га.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в вегетационно-полевом опыте на стационаре КрасГАУ в сосудах без дна (диаметр сосуда 50 см). Объектами исследований являлись агросерая почва, биогумус, полученный методом переработки птичьего помета и опилок калифорнийским червем *Eisenia fetida*, азофоска, кукуруза.

Удобрения – биогумус, азофоску и их смеси – вносили в мае в агросерую почву согласно следующей схеме: 1. Контроль (без удобрений); 2. Биогумус 3 т/га; 3. Биогумус 6 т/га; 4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска эквивалентно 1,5 т/га биогумуса; 5. Биогумус 3 т/га + азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 6. Азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 7. Азофоска эквивалентно 6 т/га биогумуса. В июне проводили посев кукурузы на зеленую массу. Контролем служил вариант без удобрений. Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов последовательное. Весной до закладки опыта и осенью после уборки зеленой массы кукурузы отбирали почвенные образцы, в которых определяли pH_{kcl} потенциметрически, содержание $C_{орг}$ – по методу Тюрина [1], количество подвижного фосфора – по методу Кирсанова [1], количество нитратного азота – дисульфифеноловым методом в модификации С.Л. Иодко и И.Н. Шаркова [4], аммонийный азот – с реактивом Несслера [1], легкогидролизуемый азот – методом Корнфильда [2]. Полученные результаты были обработаны статистически методом дисперсионного анализа [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Агросерая почва характеризовалась низким (3,6 %) содержанием гумуса, слабокислой реакцией среды (5,4), низким содержанием элементов минерального питания. Поэтому для повышения ее плодородия вносили биогумус в разных дозах, азофоску, а также их смеси. Биогумус, используемый в опытах, характеризовался высокими показателями содержания элементов питания и включал азот валовый – 1,4 %, аммиачный – 0,097, нитратный – 0,194, валовый фосфор – 2,46, валовый калий – 1,16 %; $pH=6,82$.

Результаты проведенных исследований показали, что внесение биогумуса в агросерую почву способствовало изменению реакции среды со слабокислой, отмеченной на контроле, до близкой к нейтральной (табл. 1).

Таблица 1

Влияние удобрений на показатели потенциального плодородия агросерой почвы

Вариант опыта	pH_{kcl}		$C_{орг}, \%$		Нг		S	
	$X \pm Sx$	V, %	$X \pm Sx$	V, %	мг·экв/100 г			
					$X \pm Sx$	V, %	$X \pm Sx$	V, %
1. Контроль (без удобрений)	5,4±0,2	8	2,1±0,1	4	5,8±0,4	12	25,8	17
2. Биогумус 3 т/га	6,0±0,1	3	2,3±0,2	14	6,0±0,2	8	23,8	6
3. Биогумус 6 т/га	6,3±0,1	1	2,7±0,1	8	6,6±0,2	6	24,4	4
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска экв. 1,5 т/га биогумуса	5,8±0,1	4	2,1±0,1	5	6,0±0,4	14	24,4	9
5. Биогумус 3 т/га + азофоска экв. 3 т/га биогумуса	6,0±0,1	3	2,3±0,1	11	5,9±0,4	12	24,8	7
6. Азофоска экв. 3 т/га биогумуса	5,4±0,1	5	2,0±0,1	4	5,7±0,1	3	23,3	7
7. Азофоска экв. 6 т/га биогумуса	5,4±0,2	6	2,1±0,1	5	5,1±0,1	6	23,5	6

Примечание. Здесь и далее: X – среднее; Sx – ошибка среднего; V – коэффициент вариации.

Применение азофоски не изменило этот показатель агросерой почвы. Низкое варьирование показателя свидетельствовало о достоверности полученных результатов.

По современным исследованиям, общее содержание гумуса служит объективным диагностическим показателем потенциального плодородия почв [7]. Результаты проведенных исследований показали, что внесение 6 т/га биогумуса в почву способствовало увеличению в 1,3 раза содержания углерода органического вещества в почве (вариант №3). При уменьшении дозы внесения биогумуса в 2 раза отмечалось снижение его количества в почве до 2,3 %, но все же этот показатель оказался выше значений контрольного варианта. Следовательно, применение биогумуса в дозах 3 и 6 т/га способствуют накоплению $C_{орг}$ в агросерой почве. Внесение биогумуса в агросерую почву в количестве 1,5 т/га на фоне азофоски позволяет сохранять содержание $C_{орг}$ на уровне исходных значений. Применение только азофоски (вариант №6) приводит к снижению количества $C_{орг}$ в почве по сравнению с контролем. По-видимому азофоска способствует минерализации органического вещества почвы. Низкие показатели коэффициента вариации по всем вариантам опыта свидетельствовали о достоверности полученных данных.

Агросерая почва характеризовалась высокой суммой обменных оснований, которая не изменилась под действием внесенных удобрений.

Важным показателем высокого эффективного плодородия почв является наличие в них достаточного запаса необходимых растениям биогенных элементов в доступной форме [8]. Результаты проведенных исследований показали, что содержание минеральных форм азота (аммонийного и нитратного) снизилось в удобренных биогумусом вариантах опыта, что, вероятно, обусловлено выносом этих форм азота прибавкой урожая кукурузы (табл. 2). В то же время содержание легкогидролизуемого азота (Нлг) высокое. Кроме того, под действием биогумуса было выявлено повышение в 1,2–1,5 раза легкогидролизуемого азота в зависимости от дозы его внесения в почву.

Таблица 2

Влияние удобрений на показатели эффективного плодородия агросерой почвы

Вариант опыта	N-NO ₃	N-NH ₄	Нлг	P ₂ O ₅	K ₂ O
	мг/кг			мг/100 г	
	X±Sx	X±Sx	X±Sx	X±Sx	X±Sx
1. Контроль (без удобрений)	4,1±1,0	5,1±1,1	110±8	48,5 ±3,4	11,2±1,2
2. Биогумус 3 т/га	3,6±1,2	3,7±1,9	168±38	114,2±9,1	11,4±0,5
3. Биогумус 6 т/га	3,6±0,6	1,1±0,7	138±13	134,7±7,7	12,4±0,1
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска экв. 1,5 т/га биогумуса	4,2±1,0	2,6±1,6	128±14	75,6±11,5	11,4±0,8
5. Биогумус 3 т/га + азофоска экв. 3 т/га биогумуса	3,0±0,7	0,3±0,2	126±5	94,5±8,1	11,3±0,9
6. Азофоска экв. 3 т/га биогумуса	3,5±1,1	2,8±1,5	119±8	55,1±4,2	10,5±0,4
7. Азофоска экв. 6 т/га биогумуса	6,3±2,0	2,1±1,7	131±13	52,6±4,4	9,8±0,5

Легкогидролизуемый азот является ближайшим резервом подвижных форм, так как его минерализация осуществляется до образования аммонийного и нитратного азота.

Под влиянием биогумуса увеличилось содержание подвижного фосфора в 2,4–2,8 раза в зависимости от дозы внесения, что обусловлено высоким его содержанием во внесенном удобрении. При внесении азофоски отмечена только тенденция накопления подвижного фосфора в агросерой почве.

Агросерая почва имела среднее содержание обменного калия. Тенденцию увеличения этого показателя отметили только при внесении в почву высокой дозы (6 т/га) биогумуса. Другие удобренные варианты опыта по этому показателю не отличались от контрольного варианта.

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует, что минимальная урожайность кукурузы сформировалась на контроле и составила 128,5 ц/га (табл. 3).

Статистические показатели урожая кукурузы, ц/га

Вариант опыта	X	Sx	S	V, %
1. Контроль (без удобрений)	128,5	1,5	30	23
2. Биогумус 3т/га	149,9	0,8	16	11
3. Биогумус 6т/га	205,7	1,4	28	14
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска экв. 1,5 т/га биогумуса	174,6	2,9	58	33
5. Биогумус 3 т/га + азофоска экв. 3 т/га биогумуса	150,1	4,1	82	55
6. Азофоска экв. 3 т/га биогумуса	126,2	2,0	40	38
7. Азофоска экв. 6 т/га биогумуса	137,1	2,5	49	36

Внесение биогумуса в количестве 3 т/га способствовало увеличению урожая кукурузы в 1,2 раза. Применение биогумуса в двойной дозе (6 т/га) повысило количество зеленой массы кукурузы в 1,6 раза по сравнению с контролем и в 1,4 раза было выше одинарной дозы внесения. Низкие значения стандартного отклонения обусловили и низкое варьирование показателя, что доказывает достоверность полученных результатов. Применение биогумуса в количестве 1,5 т/га на фоне азофоски увеличило урожай кукурузы в 1,4 раза при среднем варьировании данного показателя. Отметим, что внесение азофоски не оказало заметного влияния на урожай кукурузы. От каких же факторов зависит урожайность кукурузы в большей степени? Как видим (рис. 1), урожайность кукурузы тесно связана с содержанием $C_{орг}$ в агросерой почве.

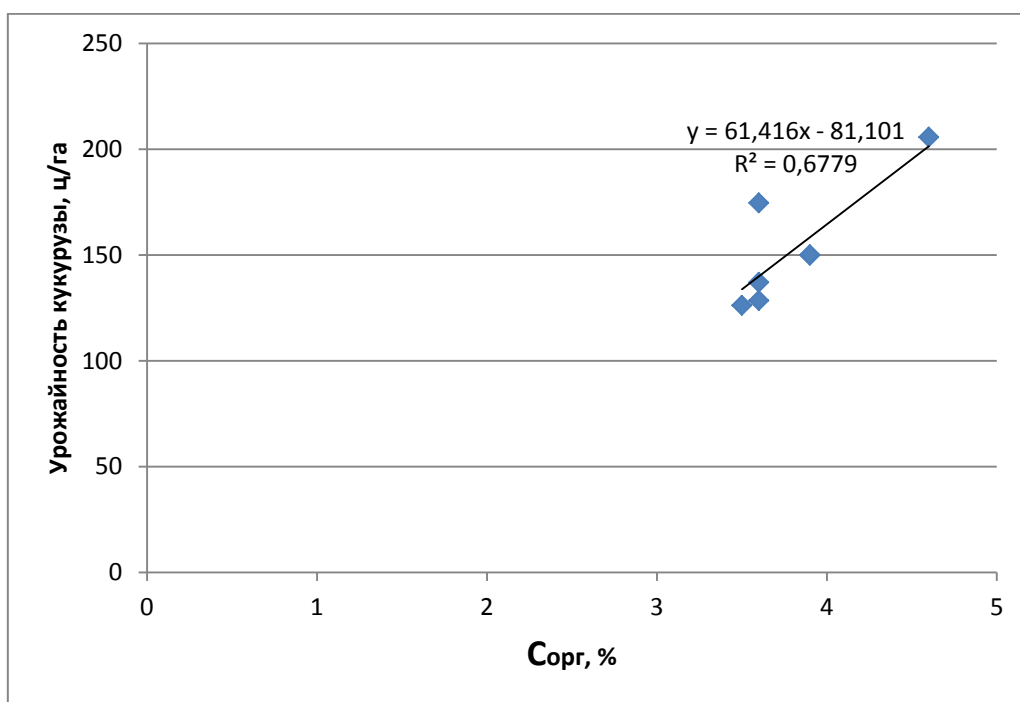


Рис. 1. Зависимость урожайности кукурузы от содержания органического вещества в почве

Эта зависимость носит линейный характер и описывается следующим уравнением регрессии:
 $Y = 61,416x - 81,101$,

где Y – урожайность кукурузы; x – содержание $C_{орг}$ в почве. Коэффициент корреляции $r = 0,82$.

Полученные результаты исследований показали сильные корреляционные зависимости урожая кукурузы от содержания в почве подвижного фосфора (рис. 2) и от реакции почвенного раствора (рис. 3), коэффициент корреляции в обоих случаях составил 0,79.

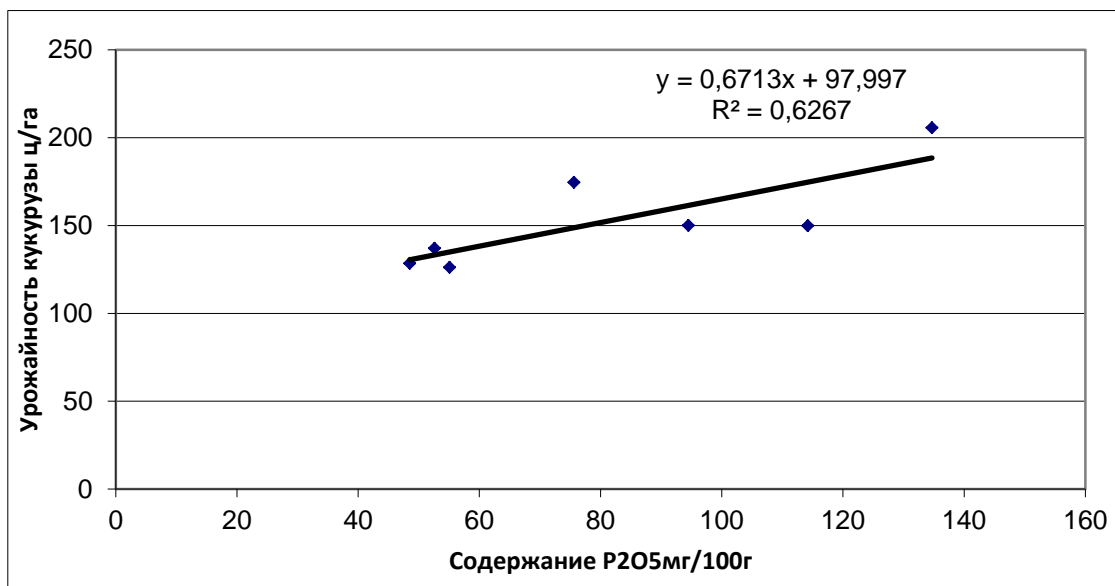


Рис. 2. Зависимость урожайности кукурузы от содержания подвижного фосфора в агросерой почве

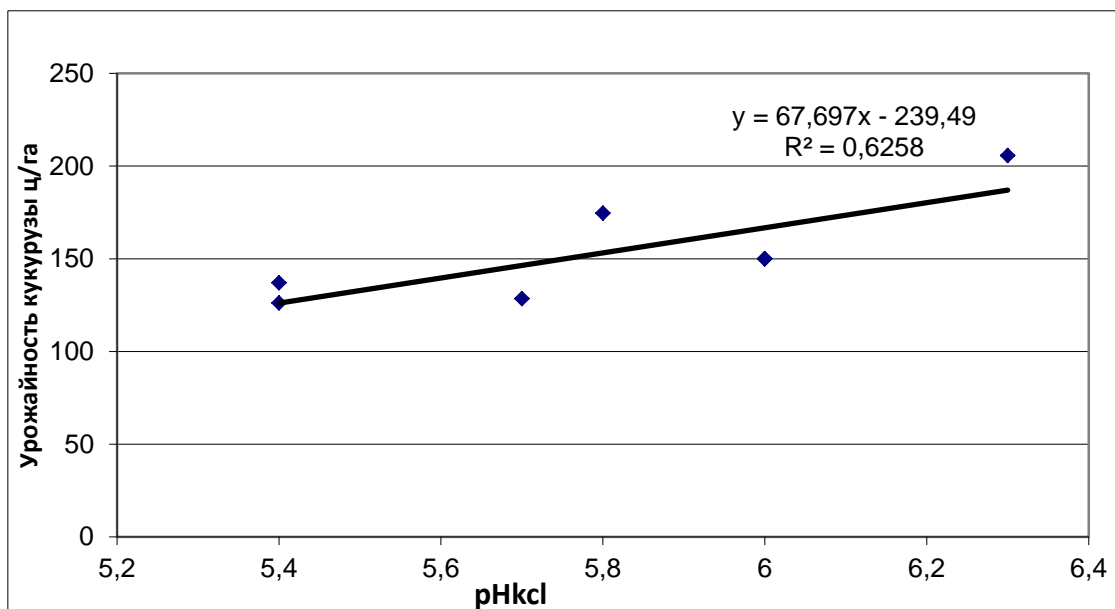


Рис. 3. Зависимость урожайности кукурузы от pH_{кcl}

Применение биогумуса способствовало повышению показателей потенциального и эффективного плодородия агросерой почвы.

Выводы

1. Внесение биогумуса в агросерую почву в количествах 3 и 6 т/га способствует накоплению органического вещества в почве, а применение невысоких доз биогумуса (1,5 т/га) позволяет сохранять его содержание на уровне исходных значений.
2. Под влиянием биогумуса в агросерой почве увеличивается в 1,2–1,5 раза содержание легкогидролизуемого азота и 2,4–2,8 раза подвижного фосфора в зависимости от дозы его внесения.
3. Максимальная урожайность кукурузы формируется под действием биогумуса, внесенного в количестве 6 т/га. Урожайность кукурузы тесно коррелирует с содержанием $C_{орг}$ и подвижного фосфора, реакцией почвенного раствора агросерой почвы. Коэффициенты корреляции соответственно составляют 0,82 и 0,79.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. *Агрохимические методы исследования почв.* – М.: Наука, 1975. – 656 с.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М., 1979. – 416 с.
4. *Иодко С.Л., Шарков И.Н.* Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // *Агрохимия.* – 1994. – № 4. – С. 95–97.
5. *Кизяев Б.М., Кирейчева Л.В.* Восстановление плодородия мелиорируемых земель – актуальная задача // *Плодородие.* – 2006. – № 5. – С. 18–20.
6. *Почвоведение / под ред. И.С. Кауричева.* – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
7. *Чупрова В.В.* Экологическое почвоведение: учеб. пособие. – Красноярск, 2005. – 172 с.
8. *Шугалей Л.С.* Современные проблемы почвоведения: учеб. пособие. – Красноярск, 2013. – 296 с.

