

Литература

1. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов Географической сети России / В.Г. Сычев, А.Н. Налиухин, Л. К. Шевцова [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1521-1536.
2. Габиров, М. А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота / М. А. Габиров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(53). – С. 40-44.
3. Ермаков, А. А. Проблема фосфора в почвах Подмосквья и пути ее решения / А. А. Ермаков, В. Г. Муленков // Плодородие. – 2013. – № 3(72). – С. 14-17.
4. Кузнецов Н.П., Габиров М.А., Крутов Д.Е. Урожайность и качество ячменя в зависимости от погодных условий и применения ризоагрина / Н.П. Кузнецов, М.А. Габиров, Д.Е. Крутов //Агрохимический вестник. – 1999. – № 1. – С. 32-33.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. – 696 с.
6. Шильников, И. А. Известкование почв: Монография / И. А. Шильников, Л. А. Лебедева. – М. : Агропромиздат, 1987. – 171 с.
7. Эффективность сыромолотых фосфоритов на серых лесных почвах Рязанской области / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, Г. Н. Фадькин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2(30). – С. 35-40.

AGROCHEMICAL CONDITION OF DARK GRAY FOREST SOILS DURING LONG-TERM USE FOR ARABLE LAND

¹Pavlova K.M., ^{1,2}Vinogradov D.V., ³Bereznov A.V., ⁴Gabibov M.A.
¹Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev;
²Lomonosov Moscow State University;
³All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry;
⁴Ryazan State University named after S.A. Yesenin

Over the past few years, due to a decrease in the use of mineral and organic fertilizers, as well as a decrease in work aimed at protecting soils, the problems of soil degradation in Russia have intensified. The surveys were carried out on dark gray forest heavy loamy soil with an average level of fertility. The experience has been deployed in a four-fold crop rotation. According to the test results, the lowest acidity among the variants is characterized by the soil in which the background, straw and manure were embedded, and the highest in which the background with manure was introduced. The organic matter content ranged from 3.61 to 5.33%. When straw and manure are embedded in the soil, the maximum effect of humus accumulation is noted. Fertilization leads to a decrease in the content of mobile phosphorus and potassium. The mass fraction of mobile elements in the experimental sites is 5.3-9.0 and 1.4-2.8 times higher than in the territory of the forest belt and deposits for phosphorus and potassium, respectively. The lowest total nitrogen content was recorded in the variant in which fertilizers were not embedded. The test results allow us to recommend straw and manure as the most effective fertilizer to improve the properties and quality of the soil cover.

Keywords: fertilizers, dark gray forest soil, siderate, manure, straw, fertility, organic matter.

УДК 631.8 : 633.63 : 631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.03

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЧР

**Т.А. Девятова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, e-mail: devyatova.eco@gmail.com**
**О.А. Минакова, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»
396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, д.86, e-mail: olalmin2@rambler.ru**

Показано улучшение агрохимического состояния чернозема, выщелоченного при длительном внесении минеральных удобрений ($N_{135}P_{135}K_{135}$) под сахарную свеклу в сочетании с 25 т/га навоза в пару: повысилось содержание подвижных форм НРК, а также гумуса и нитрификационная способность почвы. Эта доза удобрений не способствовала значительному подкислению почвы. Длительно используемые удобрения повышали урожайность корнеплодов сахарной свеклы и продуктивность 1 га пашни на 20,9-39,9 и 20,4-37,9% соответственно; отмечался рост содержания сухого вещества корнеплодов на 1,4-2,2 абс. %, 1 кг НРК обеспечивал получение 5,33-13,1 кг корнеплодов.

Ключевые слова: сахарная свекла, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, навоз, урожайность, агрохимические свойства, продуктивность пашни.

Для цитирования: Девятова Т.А., Минакова О.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие выщелоченного чернозема и продуктивность сахарной свеклы в ЦЧР// Плодородие. – 2024. – №5. – С. 12-16.
DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.03.

Один из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур – применение удобрений [1]. Наиболее полное изучение действия удобрений возможно только в стационарных опытах на основе длительных наблюдений за почвенным плодородием и урожайностью культур. Целью стационарных опытов является разработка научных основ прогрессивного увеличения урожайности всех культур севооборота при улучшении плодородия почвы [2].

Многочисленными исследованиями, проведенными в севооборотах различных почвенно-климатических зон страны, доказано, что длительное систематическое применение удобрений в рациональных дозах способствует улучшению основных показателей почвенного плодородия [14]: повышению содержания гумуса и подвижных форм элементов питания, оптимизации обменной и гидrolитической кислотности, созданию положительного

баланса NPK в севообороте, улучшению агроэкологического состояния агроценоза [3-6].

Результирующим показателем эффективности любого агротехнологического приема и сельскохозяйственного производства в целом служит урожайность культуры [7]. Высокая урожайность свидетельствует о максимальной реализации ее генетического потенциала. В Центрально-Черноземной зоне, несмотря на сравнительно высокий уровень естественного плодородия почвенного покрова, органические и минеральные удобрения обеспечивают существенную прибавку урожаев основных сельскохозяйственных культур, снижение затрат на применение удобрений, повышение их окупаемости урожаем и рост устойчивости агропроизводства [8, 9].

Длительное систематическое применение удобрений в севооборотах с пропашными культурами обеспечивает рост урожайности как пропашных, так и зерновых культур [6, 10-12], что закономерно способствует увеличению продуктивности 1 га пашни [13-15].

Цель исследований – изучить изменение агрохимических показателей плодородия почвы стационарного опыта, урожайности сахарной свеклы и продуктивности зерносвекловичного севооборота в условиях сверхдлительного применения удобрений в ЦЧР.

Методика. Исследования проводили в 2018–2022 г. в стационарном опыте по внесению удобрений (год закладки – 1936, пос. Рамонь, Воронежская обл.). Объект исследований – почва стационарного опыта: чернозем выщелоченный малогумусный среднетяжелосуглинистый. Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов – систематическое. Площадь опытной и учетной делянок составляла, соответственно, 133,7 и 10,8 м². Возделывали районированные гибриды сахарной свеклы отечественной селекции – РМС 120 и РМС 127.

Схема опыта: 1) N₀P₀K₀ (без удобрений) – контроль; 2) N₄₅P₄₅K₄₅ + 25 т/га навоза (сумма поступления NPK с учетом последствия навоза на 2-й год – 205,6 кг/га); 3) N₉₀P₉₀K₉₀ + 25 т/га навоза (340,6 кг/га); 4) N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ + 25 т/га навоза (475,6 кг/га); 5) N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза (501,2 кг/га); 6) N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀ (570 кг/га). Минеральные удобрения (нитроаммофоска с содержанием NPK 16:16:16) вносили 2 раза за ротацию зерносвекловичного севооборота под сахарную свеклу перед основной обработкой почвы (отвальной вспашкой на 30-32 см), навоз –

один раз за ротацию в пару. Чередование культур в севообороте: 1 – черный пар; 2 – озимая пшеница; 3 – сахарная свекла; 4 – ячмень с подсевом клевера; 5 – клевер одного года использования; 6 – озимая пшеница; 7 – сахарная свекла; 8 – однолетние травы (травосмесь горох + овес); 9 – овес.

Количество осадков за теплый период 2018-2022 г. в Рамонском районе Воронежской области составило в среднем 270,7 мм; по годам оно в значительной степени варьировало, разница составляла до 144%. Самое большое увлажнение отмечалось в 2022 г. (456,8 мм), наименьшее – в 2020 г. (182,3 мм). В течении 4 лет из 5 количество осадков не достигало средней многолетней нормы (382,1 мм), позволяя отнести эти годы к засушливым, что подтверждается и значениями гидротермического коэффициента Селянинова (0,6-1,0 при норме 1,27). Засушливые условия теплых периодов отрицательно повлияли на урожайность сахарной свеклы.

Почвенные образцы отбирали с глубины 0–20 см в третьей декаде мая согласно ГОСТ Р 58595-2019. Агрохимические анализы проводили в лаборатории сортовых технологий ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. В свежих образцах определяли содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу, в сухих образцах – содержание подвижного P₂O₅ и обменного K₂O по Чирикову (ГОСТ 26213-91), общего гумуса (по Тюрину в модификации Симакова), рН_{KCl} (ГОСТ 26490-85), гидролитическую кислотность по Каппену, нитрификационную способность по Кравкову. Урожайность сахарной свеклы определяли методом пробных площадок (10,8 м²) с пересчетом на 1 га. Статистическую обработку данных проводили по Доспехову (1985) с помощью ПК, регрессионный анализ – программы Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. В проведенных исследованиях установлено, что гумусовое состояние почвы при использовании удобрений оптимизировалось, это выражалось в повышении содержания общего гумуса на 0,39-1,00 абс.% и на 8,44-21,6 отн.% (табл. 1). Наибольшее увеличение отмечено в варианте N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза вследствие дополнительного поступления органического вещества с повышенной дозой навоза КРС. В варианте N₄₅P₄₅K₄₅ + 25 т/га навоза повышения не было, величина показателя оставалась на уровне контроля.

1. Показатели плодородия чернозема, выщелоченного под сахарной свеклой в стационарном опыте, слой 0-20 см [17]

Вариант	Гумус, %	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Нитрификационная способность	рН _{KCl} , ед.	Нг, ммоль(экв)/100 г почвы
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	4,62	7,81	60,0	175,0	20,6	5,92	3,51
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + 25 т/га навоза	4,77	8,60	89,5	195,0	28,7	5,75	3,84
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га навоза	5,01	12,6	120,1	198,0	33,6	5,43	4,10
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅ + 25 т/га навоза	5,35	11,3	138,0	192,0	32,4	5,42	4,18
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + 50 т/га навоза	5,62	11,4	104,0	239,0	34,0	5,44	4,51
N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₉₀	4,81	13,2	153,0	194,0	37,2	5,31	4,93
НСР ₀₅	0,21	0,5	5,0	10,0	1,3	0,06	0,33

Содержание N-NO₃ в слое почвы 0-20 см удобренных вариантов составило 8,6-13,2 мг/кг почвы, в большинстве вариантов оно соответствует низкой градации, на контроле и N₄₅P₄₅K₄₅ + 25 т/га навоза – очень низкой [16]. Использование удобрений повышало его содержание на 10,1-69,0 % относительно контроля. При этом разница в дозах не имела значения, очевидно, N-NO₃ при

использовании высоких доз частично вымывался из слоя 0-20 см.

Нитрификационная способность почвы на контроле и в варианте N₄₅P₄₅K₄₅ + 25 т/га навоза соответствовала градации повышенной, а в вариантах N₉₀P₉₀K₉₀ + 25 т/га навоза, N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ + 25 т/га навоза, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза и N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀ – высокой. Это свидетельствует об

обогащении почвы легкоразлагающимися растительными остатками, доступными для бактерий-нитрификаторов. Рост показателя относительно контроля составлял 39,3-80,6%, максимальная его величина отмечена в варианте $N_{190}P_{190}K_{190}$, минимальная – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза. Увеличение нитрификационной способности относительно контроля с увеличением доз удобрений постепенно происходило с увеличением до $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и далее – до $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, повышение до $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза не способствовало росту показателя, а до $N_{190}P_{190}K_{190}$ – увеличивало на 9,41%.

Использование удобрений способствовало значительной оптимизации содержания подвижного P_2O_5 , обеспеченность им на контроле и в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза была средней, в вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза – повышенной, $N_{190}P_{190}K_{190}$ – высокой. Действие удобрений способствовало увеличению показателя относительно контроля на 49,2-153%. Повышение доз от $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза до $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза последовательно повышало концентрацию P_2O_5 в слое 0-20 см на 49,2, 34,2 и 14,9. Дальнейшее увеличение не способствовало росту показателя, при системе $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза отмечалось некоторое снижение относительно $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза – на 24,6%, возможно, вследствие малой подвижности P_2O_5 в органическом веществе, поступающего с навозом. Относительно данной системы $N_{190}P_{190}K_{190}$ вновь увеличивало показатель на 47,1%.

Содержание K_2O на контроле соответствовало высокой обеспеченности, вследствие значительного количества элемента в почвах черноземного типа, а длительная удобренность повышала обеспеченность до очень высокой. Относительно контроля содержание элемента возрастало на 9,71-36,6%, большинство доз поддерживало уровень содержания элемента примерно на одинаковом уровне и только система $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза увеличивала показатель в наибольшей степени вследствие повышенного поступления элемента с навозом.

Относительно контроля отмечалось повышение гидролитической кислотности на 0,33-1,42 ммоль (экв)/100 г почвы, максимальное увеличение отмечено в варианте $N_{190}P_{190}K_{190}$, минимальное – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза. Уровень удобренности $N_{45-135}P_{45-135}K_{45-135}$ в сочетании с 25 т/га навоза обеспечивал примерно равные значение показателя, а дальнейшее повышение удобренности существенно увеличивало Нг.

Применение удобрений способствовало повышению $pH_{КС1}$ на 0,09-0,61 ед. (кроме $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, где он был на уровне варианта без удобрений). На контроле и в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза кислотность почвы была близкой к нейтральной, в вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза и $N_{190}P_{190}K_{190}$ – снижалась до слабокислой. Система $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза обеспечивала наиболее оптимальную кислотность, $N_{190}P_{190}K_{190}$ – самые низкие значения показателя.

Урожайность корнеплодов сахарной свеклы в вариантах с удобрениями была выше, чем на контроле на 6,8-13,0 т/га (+ 20,9-39,9%) (табл. 2), повышение удобренности от

$N_0P_0K_0$ до $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза наиболее значительно способствовало росту показателя (на 6,8 т/га), до $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза – в меньшей степени (на 4,5 т/га), а дальнейшее увеличение достоверно не изменяло его, что свидетельствует об уменьшении эффективности удобрений с ростом их доз. Наиболее высокая урожайность отмечена при внесении $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{190}P_{190}K_{190}$.

2. Продуктивность сахарной свеклы и структура урожая в зрелом с паром

Вариант	Урожайность, т/га		Доля корнеплодов в урожае, %	Оплата 1 кг удобрений кг основной продукции
	корнеплодов	листьев		
Контроль (б/у)	32,6	10,4	75,8	-
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	39,4	15,2	72,2	13,1
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	43,9	16,2	73,0	10,9
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	45,6	16,7	73,2	8,35
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	43,1	16,8	72,0	4,59
$N_{190}P_{190}K_{190}$	44,3	18,6	70,4	5,33
НСР₀₅	1,9	0,6	3,2	-

Систематическое использование удобрений повышало урожайность листьев относительно контроля на 4,8-8,2 т/га (+46,2-78,8%). Также как и у корнеплодов, минимальная доза удобрений повышала урожайность листьев относительно контроля в наибольшей степени – на 4,8 т/га, дальнейшее насыщение удобрениями до $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза привело к незначительному увеличению показателя (на 1,0-0,5 т/га), что свидетельствует о меньшей эффективности данных систем; система $N_{190}P_{190}K_{190}$ способствовала дальнейшему повышению — на 2,8 т/га. В вариантах с использованием удобрений наибольшей урожай побочной продукции с 1 га был собран при системе $N_{190}P_{190}K_{190}$ (18,6 т/га), наименьший – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза (15,2 т/га).

Наиболее благоприятная структура урожая отмечена на контроле (доля корнеплодов – 75,8%), повышение уровня удобренности снижало показатель на 2,6-5,4%, более всего – в варианте $N_{190}P_{190}K_{190}$. Из удобренных вариантов наибольший урожай корнеплодов (73,2%) отмечен в варианте $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза.

Увеличение насыщенности удобрениями способствовало снижению окупаемости 1 кг НРК (с учетом последующего действия навоза). Наиболее продуктивный вариант $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза также имел достаточно высокую окупаемость.

Оценка продуктивности севооборота, выраженная в сборе сухого вещества культур с 1 га, выявила, что максимальный показатель был отмечен при использовании $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, минимальный – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, повышение относительно контроля составило 20,4-37,9%. Максимальная продуктивность 1 га пашни в 10-й ротации была в варианте $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, минимальная – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, относительно контроля повышение в удобренных вариантах составило 16,3-35,7%.

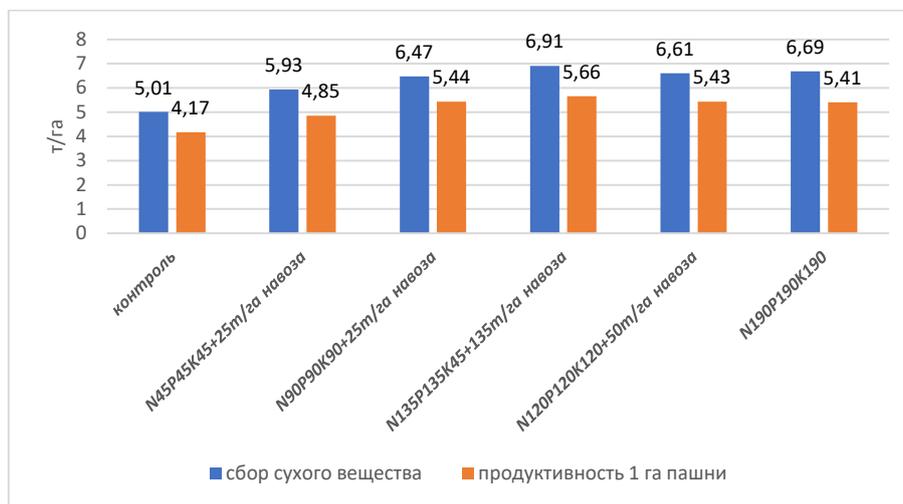


Рис. Продуктивность севооборота при длительном внесении удобрений

Зависимость показателей плодородия почвы опытного участка от уровня удобрённости приведена ниже.

Показатель	Уравнение регрессии (коэффициент корреляции)	Показатель	Уравнение регрессии (коэффициент корреляции)
NO ₃	Связь отсутствует	Hг	Y=0,022x+3,42 (r ² =0,871)
P ₂ O ₅	Y=0,014x+6,23 (r ² =0,798)	pH _{KCl}	Y=-0,011x+5,91 (r ² =0,923)
K ₂ O	Связь отсутствует	Гумус	Y=0,0012x+4,60 (r ² =0,389)

Примечание. r² – коэффициент корреляции, Y – урожайность корнеплодов, x – количество NPK.

Согласно математическому анализу, наибольшую связь с уровнем удобрённости имели pH и Hг, несколько ниже – содержание подвижного P₂O₅, менее всего – содержание гумуса. Содержание NO₃ и K₂O не зависело от доз удобрений.

Заключение. Длительное использование удобрений в севообороте с сахарной свеклой способствовало увеличению содержания подвижных форм NPK в почве опытного участка, в наибольшей степени – P₂O₅ (на 49,2-153% относительно неудождённого варианта), менее всего – K₂O (на 9,71-36,6%). При этом содержание нитратного азота, нитрификационная способность и величина гидrolитической кислотности изменились в средней степени (на 16,0-42,4%, 39,3-80,6 и 9,4-40,5% соответственно). Менее всего повысилось общее содержание гумуса (на 8,44-21,6 отн.%). Столь длительная удобрённость способствовала повышению обеспеченности почвы большинством элементов на 1 градацию, кроме P₂O₅, обеспеченность которым возросла на две градации. Наиболее высокая обеспеченность элементами питания отмечена при использовании N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ + 25 т/га навоза, она же способствовала созданию максимальной урожайности корнеплодов сахарной свеклы (45,6 т/га) и продуктивности пашни (5,66 т з.е/га). Эта же доза обеспечивала наилучшую структуру урожая, хотя удобрённость в целом способствовала увеличению доли побочной продукции.

Литература

1. Сычев В.Г., Беличенко М.В., Романенков В.А. Результаты мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборотов и изменения свойств почв в длительных опытах Географической сети // Плодородие. – 2017. – № 6 (99). – С. 2-5.
2. Романенков В.А. Методические вопросы и координация исследований длительных полевых опытов Геосети // Тезисы докл.

Межд. научно-практ. конф. «Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации и наследие академика Д.Н. Прянишникова». – М.: ВНИИА, 2015. – С. 128 – 134.

3. Волынкин В.И., Волынкина О.В., Копылов А.Н. Изменение почвенного плодородия при длительном применении удобрений в Курганской области // Агрохимия. – 2019. – №8. – С. 3–13.
4. Кузнецов В.К., Санжарова Н.И., Серегин С.В. и др. Оценка влияния длительного применения минеральных удобрений на свойства почв, качество продукции и накопление ¹³⁷Cs урожаем зерновых культур // Агрохимия. – 2017. – № 2. – С. 64-72.
5. Никитина Л.В. Исследования калийного режима разных типов почв в длительных опытах Геосети // Агрохимия. – 2018. – №1. – С. 39–51.
6. Парамонов А.В., Пасько С.В. Влияние систематического применения удобрений на плодородие почвы в длительном стационарном полевом опыте / Мат. Всеросс. совещ. научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 204-209.
7. Стулин А.Ф. Влияние длительного применения удобрений на урожайность и качество культур севооборота в условиях Центрального Черноземья / Итоги выпол. програм. фундам. науч. иссл. госуд. акад. на 2013-2020 гг. – М.: ВНИИА, 2018. – С. 271-277.
8. Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Сравнительная эффективность различных систем удобрения при длительном их применении в севооборотах // Плодородие. – 2016. – № 5 (92). – С. 42-47.
9. Никитин В.В., Карабутов А.П., Мельников В.И. и др. Эффективность удобрений в производственных условиях Центрального Черноземья // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 3 (11). – С. 85-95.
10. Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Калоев Б.С. и др. Влияние длительного применения удобрений на показатели роста, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 31-38.
11. Елешев Р.Е., Рамазанова С.Б., Балбаев А.М. и др. Продуктивность культур свекловичного севооборота при длительном и систематическом применении минеральных удобрений // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 2. – С. 54-59.
12. Мазалов В.И., Небытов В.Г. Влияние длительного применения удобрений на плодородие выщелоченного чернозема и урожайность культур за две ротации севооборота // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 156-162.
13. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Сидорова Е.Ю., Мельников Д.М. Влияние систем удобрения на плодородие серой лесной почвы брянского ополья при возделывании культур в плодосменном севообороте // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. – № 6 (70). – С. 3-9.
14. Рудой Н.Г., Трубинов Ю.Н. Продуктивность зернопаропашного севооборота на чернозёмах в Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 2 (113). – С. 134-138.
15. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Суетов В.П. и др. Плодородие и продуктивность чернозема, выщелоченного при длительном применении удобрений в севообороте / Мат. Всеросс. совещ. научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 326-336.
16. Акулов П.Г., Афанасьев Р.А., Гамзиков Г.П. и др. Научные основы и рекомендации по диагностике и оптимизации минерального питания зерновых и других культур // Монография. – М.: Агроконсалт, 2000. – 100 с.
17. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Плодородие выщелоченного чернозема как результат 85-летнего применения удобрений в зерносвекловичном севообороте в условиях ЦЧР // Агрохимия. – 2023. – № 9. – С. 14-21.

Devyatova T.A., Voronezh State University, Voronezh, University Square, 1,
394018, e-mail: devyatova.eco@gmail.com

Minakova O.A., All-Russian Scientific Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov,
396030, Voronezh region, Ramonsky district, P. VNIISS, 86, e-mail: olalmin2@rambler.ru

The improvement of the agrochemical state of leached chernozem with prolonged use of the N135P135K135 system of mineral fertilizers for sugar beet in combination with 25 t/ha of manure in fallow has been proven, which resulted in an increase in the content of mobile forms of NPK, as well as the content of humus and the nitrification ability of the soil. This dose did not contribute to significant acidification of the soil. Long-term fertilizers increased the yield of sugar beet root crops and the productivity of 1 ha of arable land by 20.9-39.9% and 20.4-37.9%, respectively; there was an increase in the dry matter content of root crops by 1.4-2.2 abs.%. 1 kg of NPK provided 5.33-13.1 kg of root crops.

Keywords: sugar beet, leached chernozem, mineral fertilizers, manure, yield, agrochemical properties, productivity of arable land.

УДК 631.422.:631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.04

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОНИТЕТА ПОЧВ

**И.Б. Усков, чл.-корр. РАН, А.О. Усков, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14
e-mail: i.b.uskov@gmail.com**

Предлагается регрессионная зависимость для вычисления бонитета дерново-подзолистых почв под зерновые, корнеплоды и многолетние травы. Уравнение аппроксимирует сводку таблиц, обобщающих данные многолетних полевых наблюдений на сельскохозяйственных угодьях Северо-Западного региона европейской части России, опубликованных В.А. Семёновым.

Ключевые слова: бонитировка, сельскохозяйственные земли, регрессия, полевые культуры.

Для цитирования: Усков И.Б., Усков А.О. Эффективный метод расчётного определения бонитета почв// Плодородие. – 2024. – №5. – С. 16-19. DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.04.

Исследования плодородия почв имеют длительную историю, и по справедливому утверждению акад. РАН А.М. Лыкова [6], весьма поучительную. Острота проблемы остаётся, а качественная оценка агроресурсного потенциала земель не имеет по сей день однозначного толкования. Понятие «плодородие почвы» в определённом смысле условно, ибо в конечном счёте речь должна идти о продуктивности земель как агроэкологической характеристике всего природного комплекса, оцениваемого по факторам продуктивности.

Бонитет почв – сравнительная количественная характеристика качества земельных сельскохозяйственных угодий в баллах, соотносённая с конкретными полевыми культурами, выращиваемыми на почвах определённых типа, генезиса, гранулометрического состава, косвенно или напрямую учитывающая лимитирующие урожаи, климатические или складывающиеся за оцениваемый период погодные условия и природное или текущее агрохимическое состояние деятельного слоя почвы. Работы по количественной оценке плодородия почв развиваются усилиями многих научных коллективов и ориентированы на разработку теоретических основ оценки плодородия и создание методик бонитировки. Большинство из них выполняются исходя из разных теоретических принципов и методик вычислений по данным экспериментальных полевых наблюдений.

Сопоставительный анализ трех принципиально различных методик оценки качества почв: методика И.И. Карманова [4], методика В.А. Семёнова–Н.Л. Благовидова [8], и методика СевзапГипрозема [5] показал сопоставимость методик Семёнова–Благовидова и

СевзапГипрозема на примере оценки земель Ленинградской области. Сделан вывод о том, что по этим методикам определяется именно бонитет почв, обусловленный их конкретными свойствами. Следует отметить, что метод Семёнова–Благовидова по качественной оценке земель основан на обобщении материалов многолетних полевых опытов с основными полевыми культурами в Северо-Западном регионе Нечернозёмной зоны РФ. Следовательно, косвенно климатические условия зоны в вегетационный период в годы, взятые для обобщения, учтены.

Представляется целесообразным согласиться с мнением академика А.М. Лыкова [6] и различать понятия плодородие почв и продуктивность земель. Если обратиться к классификации категорий продуктивности, предложенной Х.Г. Тоомингом [11], то при расчётах продуктивности земель необходимо оперировать тремя категориями продуктивности: потенциальной, климатически обеспеченной и действительно возможной. Уровень потенциальной продуктивности (ПП) ограничивается приходом фотосинтетически активной радиации (ФАР), архитектурой и физиологическим состоянием посева, а также генетическими возможностями выращиваемой культуры по усвоению ФАР. Вычисленная таким образом ПП не соотносится в процессе формирования биомассы с состоянием среды обитания.

Уровень климатически обеспеченной продуктивности (КОП) снижен относительно потенциальной условиями тепло- и влагообеспеченности посева, но при отсутствии ограничения факторами почвенной корнеобитаемой среды.