

INFLUENCE OF LONG FERTILIZER APPLICATION ON SUGAR BEET AND WINTER WHEAT YIELDS IN A CROP ROTATION OF THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION FOREST-STEPPE

O.A. Minakova, L.V. Alexandrova, T.N. Podvigina

Federal State Budgetary Scientific Institution "The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar"

Abstract. The results of studies in the course of long-term field experiment with fertilizers (1936-2017) revealed that long application of fertilizers influenced considerably on productivity of crops in a crop rotation both as direct effect and aftereffect. Sugar beet yield in the fertilized variants increased by 6.42-31.6 % for 9 rotations on average as compared to the unfertilized variant, and aftereffect provided improvement of winter wheat grain yield by 15.8-20.7 %. Payback of fertilizers applied for sugar beet increased 1.62 to 3.37 times from 1st to 9th rotation. As time of fertilizers' application increases, so does their efficiency. The maximum additional yield of sugar beet in the fertilized variants was noted within 45 years after the experiment starting. 40-year aftereffect provided the greatest effect for winter wheat. Improvement in sugar yield per 1 hectare by 5.67-22.4 % was been noted in the 9th rotation (as compared to the 1st rotation). The N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ system for sugar beet together with 25 ton/hectare of manure in fallow showed the best positive influence on root yield, payback and sugar yield.

Keywords: sugar beet, winter wheat, mineral fertilizers, manure, crop yield, sugar yield, payback.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВООБОРОТЕ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»

Аннотация. Результаты исследований в стационарном полевом опыте с удобрениями (1936-2017 гг.) установлено, что длительное применение удобрений оказывает значительное влияние на урожайность культур севооборота как при прямом действии, так и при последствии. Урожайность сахарной свеклы в удобренных вариантах в среднем за 9 ротаций увеличивалась на 6,42-31,6 % относительно неудобренного варианта, а последствие обеспечивало повышение урожайности зерна озимой пшеницы на 15,8-20,7 %. Окупаемость удобрений, применяемых под сахарную свеклу, возросла от 1 к 9 ротации в 1,62-3,37 раза. С увеличением длительности применения удобрений повышается их эффективность, наибольшие прибавки урожая сахарной свеклы в удобренных вариантах были отмечены через 45 лет от начала опыта. 40-летнее последствие обеспечивало наибольший эффект на озимой пшенице. Увеличение сбора сахара с 1 га на 5,67-22,4 % было отмечено в 9 ротации севооборота (относительно 1 ротации). Наибольшее положительное влияние на урожайность, окупаемость и сбор сахара проявила система N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ под сахарную свеклу совместно с 25 т/га навоза в пару.

Ключевые слова: сахарная свёкла, озимая пшеница, минеральные удобрения, навоз, урожайность, сбор сахара, окупаемость.

Увеличение урожайности культур и окупаемости удобрений обеспечивается их системным применением [5, 7]. Максимальный объем информации об изменении этих показателей возможно получить в длительных опытах Геосети [6]. Длительное применение удобрений увеличивает их окупаемость до 61,5 % [9], урожайность сахарной свеклы и озимой пшеницы – до 196 % [7]. Наиболее рационально вносить под свеклу минеральные удобрения в дозах N₉₀₋₁₄₀P₉₀₋₁₅₀K₈₀₋₁₄₀ [2, 4, 8].

Питательные элементы удобрений не способны полностью усвоиться культурой в первый год. Так, за первый год из минеральных удобрений усваивается 20-25 % фосфора, 50-60 % калия и азота, из навоза – 20-30 % азота, 30-40 % – фосфора, 60-70 % – калия [3].

Наличие в почве неиспользованных первой культурой элементов питания, поступивших с удобрениями, способно увеличивать урожайность последующих сельскохозяйственных культур [10], также этому способствует и повышение почвенного плодородия в севообороте.

Органические удобрения имеют длительное последствие вследствие перехода элементов из связанной формы и постепенного их высвобождения при разложении. Чем больше элементов питания содержат органические удобрения в валовой форме, тем выше и длительнее эффект их последствия [1].

Таким образом, изучение влияния прямого действия удобрений в течение 81 года на урожайность сахарной свеклы и последствия на урожайность озимой пшеницы является актуальным.

Исследования проводились в стационарном опыте по внесению удобрений, который был заложен в 1936 году и продолжается по настоящее время. Опыт представляет собой 9-польный зернопаропропашной севооборот. Чередование культур в севообороте: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень с подсевом клевера – клевер 1 года пользования – озимая пшеница – сахарная свекла – однолетние травы (горох+овес) – овес. В 2017 году закончилась девятая ротация севооборота. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный тяжелосуглинистый. Минеральные удобрения вносились только под сахарную свеклу в обеих звеньях севооборота, навоз – в черном пару, остальные культуры использовали их последствие. Были проанализированы данные по урожайности корнеплодов сахарной свеклы, сбора сахара и окупаемости удобрений, урожайность зерна озимой пшеницы в звене с паром с 1936 по 2017 гг. Изучалось влияние последствия удобрений на урожайность культур на вариантах $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза и в контроле (без удобрений). Определение урожайности культур производили методом пробных площадок; посевная площадь делянки 162 м², учетная – 16,2 м² для озимой пшеницы, 10,8 м² – для сахарной свеклы. Сахаристость корнеплодов определялась методом холодной водной дигестии, сбор сахара и окупаемость удобрений – расчетным методом.

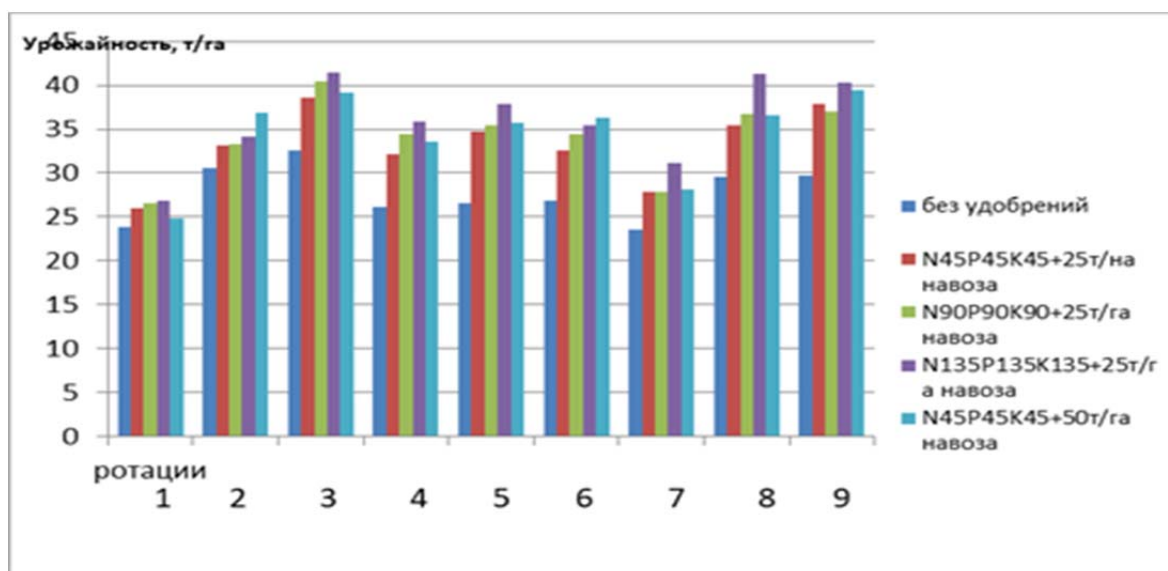


Рис. 1. Урожайность сахарной свеклы при длительном применении удобрений, 1–9 ротации.

В результате исследований установлено, что уровень урожайности корнеплодов сахарной свеклы в 1 ротации составил 26,0-26,8 т/га (рис. 1), во 2 ротации он повысился до 33,2-36,9 т/га, 3 – 38,6-41,5 т/га и на этом уровне оставался вплоть до настоящего времени, кроме 7 ротации, где было отмечено понижение до 27,0-31,2 т/га. Повышение средней (за

годы проведения исследований) урожайности корнеплодов сахарной свеклы на разных вариантах удобрений относительно контроля составило 6,4-31,6 %. С увеличением длительности применения удобрений прибавки урожайности корнеплодов возрастали, в 1 ротации они составили 4,18-12,1 %, 2 – 8,50-20,6 %, 3 – 18,4-27,3 %, 4 – 23,4-37,5 %, 5 – 30,9-43,0 %, 6 – 21,6-35,4 %, 7 – 18,3-32,8 %, 8 – 20,3-40,0 %, 9 – 24,6-35,7 %. Это свидетельствует о том, что первые в 45 лет применение удобрений способствовало последовательному увеличению урожайности, затем показатель вышел на определенный уровень, колебания которого объяснялись изменением погодных условий. С 1 по 5 ротации наиболее высокие прибавки были получены на вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, с 6 по 9 – на $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, что свидетельствовало о том, что не только высокие дозы минеральных удобрений способствовали повышению урожайности, но и внесение 50 т/га навоза обеспечивало дополнительное поступление элементов питания, улучшение почвенных условий и, следовательно, создавало благоприятные условия для создания высоких урожаев.

Таблица 1 – Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая сахарной свеклы

Варианты	Окупаемость, кг/кг		Варианты	Окупаемость, кг/кг	
	2 ротация	9 ротация		2 ротация	9 ротация
$N_{45}P_{45}K_{45}+25$ т/га навоза	11,8	39,8	$N_{135}P_{135}K_{135}+25$ т/га навоза	6,7	22,3
$N_{90}P_{90}K_{90}+25$ т/га навоза	7,3	21,4	$N_{45}P_{45}K_{45}+50$ т/га навоза	21,6	35,0

Окупаемость 1 кг NPK урожаем корнеплодов сахарной свеклы во 2 ротации составила 6,7-21,9 кг/кг (табл. 1), более всего – при $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, в 9 ротации она увеличилась до 21,4-39,8 кг/кг, лучшим вариантом был $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза. Разница по окупаемости вариантов во 2 ротации составила 1,09-2,96 раза, в 9 – 1,04-1,86 раза, что свидетельствует о выравнивании действия удобрений при их более длительном применении. От 2 к 9 ротации отмечалось повышение окупаемости 1 кг NPK урожаем корнеплодов в 1,62-3,37 раза, более всего при внесении $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, менее – $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза. Повышение доз минеральных удобрений снижало окупаемость 1 кг NPK как во 2 ротации, так и в 9, но с течением времени отмечалось меньшее уменьшение данного разрыва: во второй ротации отмечалось снижение окупаемости в 3,22 раза, в девятой – в 1,85 раза.

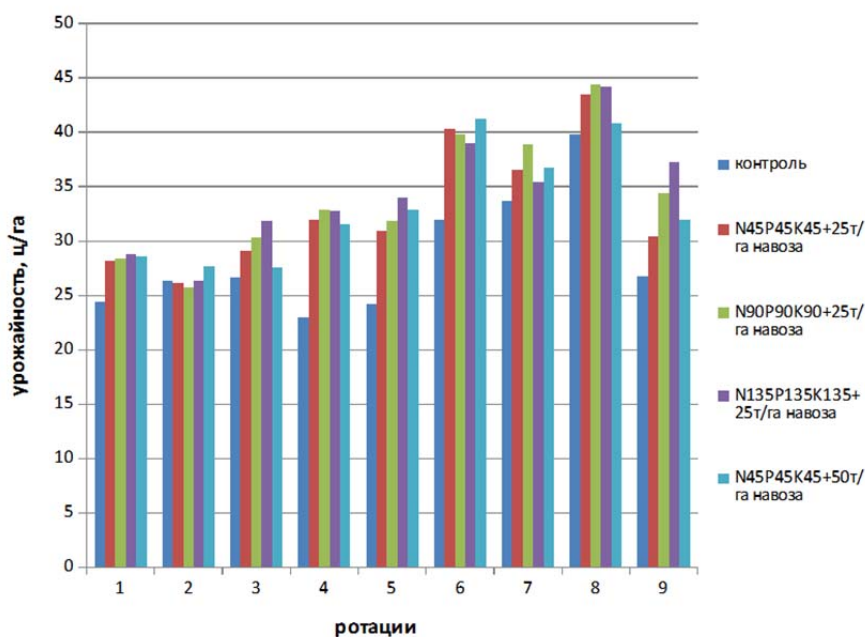


Рис. 2. Влияние последствия на урожайность озимой пшеницы, 1-9 ротация, ц/га

Урожайность зерна озимой пшеницы в 1 ротации составила 2,44-2,88 т/га (рис. 2), в последующие четыре ротации она была на том же уровне (2,57-2,91 т/га), в дальнейшем, в 6-8 ротациях, отмечалось её увеличение до 3,09-4,12 т/га с некоторым снижением в 9 ротации до 2,67-3,73 т/га. В 1 ротации увеличение урожайности зерна озимой пшеницы относительно контроля составило 15,6-18,0 %, во 2 ротации только в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза она повысилась на 5,32 %, при других системах прибавки не было отмечено. В 3 ротации показатель относительно контроля возрос на 9,40-19,5 %, 4 – 37,0-43,0, 5 – 27,7-40,5 %, в 6-7 ротациях прибавки были ниже (6 ротация – 21,8-28,7 %, 7 – 5,04-15,4, 8 – 9,30-11,6 %), в 9 ротации прибавки урожайности культуры вновь возросли, на 13,9-39,7 %. В первые три ротации последствие влияло слабо, максимум проявился в 5 ротации, затем влияние данного фактора стабилизировалось, а в 9 ротации отмечался подъем, возможно, вследствие улучшения погодных условий.

Более всего последствие удобрений на урожайность озимой пшеницы проявилось через 40 лет от момента закладки опыта. Наибольшее положительное влияние оказывало на всем протяжении опыта система $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, несколько меньшее – $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза.

Средняя урожайность зерна озимой пшеницы в звене с паром за 1936-2017 гг. составила 2,85 т/га в контроле и 3,30-3,47 т/га в удобренных вариантах, относительно контроля повышение было отмечено в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза на 15,8 %, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза – 16,5 %, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза – 19,6 %, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза – 20,7 %. Динамика урожайности культуры от 1 к 9 ротации выражалась в повышении на 7,80-29,5 %, более всего в варианте $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза.

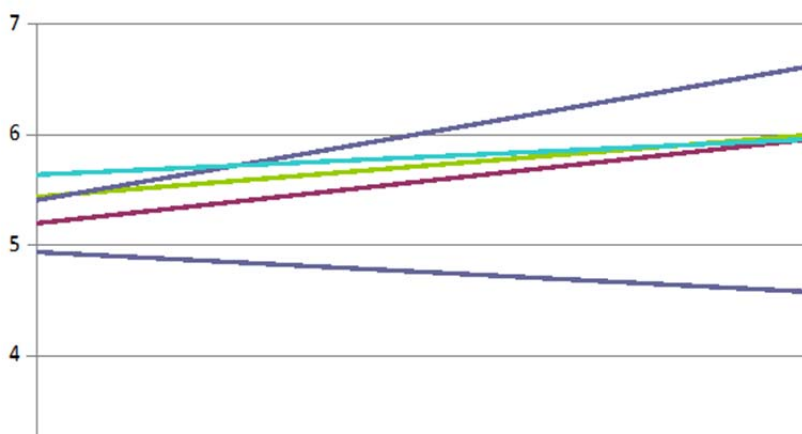


Рис. 3. Сбор сахара в 1 и 9 ротациях севооборота, т/га

Сбор сахара с 1 га в 1 ротации в контроле составил 4,94 т/га, в удобренных вариантах – 5,20-5,64 т/га, максимальным он был в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, в 9 ротации – 4,58 и 5,96-6,62 т/га соответственно, максимум – при $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза. От 1 к 9 ротации сбор сахара в контроле снизился на 7,29 % вследствие уменьшения урожайности культуры в условиях снижения почвенного плодородия на данном варианте [2], в вариантах с применением удобрений этот показатель увеличивался: при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза – на 14,6 %, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза – 10,3 %, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза – 22,4 %, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза – 5,67 %. В 1 ротации увеличение сбора сахара в удобренных вариантах относительно контроля составило 5,26-14,2 % (максимум – в варианте $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза), в 9 ротации – 30,1-44,5 % (максимум – $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза).

Заключение

Длительно вносимые удобрения оказали существенное влияние на урожайность сахарной свеклы и озимой пшеницы в севообороте лесостепи ЦЧР. Применение удобрений способствовало увеличению урожайности сахарной свеклы в среднем на 6,42-31,6 % относительно контроля, а последствие – озимой пшеницы (на 15,8-20,7 %). Окупаемость 1 кг NPK урожаем корнеплодов возросла в 9 ротации в 1,67-3,37 раза относительно 2 ротации.

Наиболее высокий уровень урожайности сахарной свеклы обеспечивался не менее чем 45-летним систематическим внесением под сахарную свеклу $N_{135}P_{135}K_{135}$ совместно с 25 т/га навоза в пару, эта же система после 40 лет применения оказывала максимальное последствие на урожайность зерна озимой пшеницы. Сбор сахара с 1 га в вариантах с удобрениями с течением времени увеличивался на 5,67-22,4 %.

Библиографический список

1. Лукин С.М. Длительность действия органических удобрений / С.М. Лукин, А.И. Еськов // Плодородие. – 2004. – № 1. – С. 15–16.
2. Минакова О.А Динамика агрохимических свойств почвы зерносвекловичного севооборота при длительном применении удобрений: полевые опыты. / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина, Д.А. Куницын // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в 5 томах). Том 4. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов. – М.: ВНИИ агрохимии, 2018. – С. 273–277.
3. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. / В.Г. Минеев / М., Изд-во МГУ, 1990. – 486 с.
4. Проценко, Е.П. Влияние удобрений и размещения в агроландшафте на продуктивность и особенности водопотребления / Е.П. Проценко, А.А. Проценко, Н.В. Шустрова // Сахарная свекла. – 2007. – № 2. – С. 16–20
5. Сычев В.Г. Удобрения и продовольственная безопасность / В.Г. Сычев / Состояние и динамика плодородия почв в связи с продуктивностью земледелия. Матер. IX Международного симпозиума НП «Содружество учёных агрохимиков и агроэкологов». Москва, 2017. – С. 6–15.
6. Сычев В.Г. Значение Географической сети опытов с удобрениями для решения современных проблем сельскохозяйственного производства / В.Г. Сычев, В.А. Романенков, М.В. Беличенко // 75 лет Географической сети опытов с удобрениями: Матер. Всеросс. Совещ. научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. – 2016, Москва. – С. 3–10.
7. Тютюнов, С.И. Агроэкономическая эффективность технологий различной степени интенсификации / С.И. Тютюнов, Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, П.И. Солнцев, А.С. Закараева // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 9. – С. 7–9.
8. Черкасов Г.Н. Влияние погодных условий и минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность сахарной свеклы в Центральном Черноземье России / Г.Н. Черкасов, Н.С. Сокорев, А.Н. Воронин, М.Н. Понедельченко, С.В. Трапезников // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: Матер. Всеросс. научно-практ. конф. – Курск, 2008. – С. 401–405.
9. Шапошникова, И.М. Эффективность систематического внесения удобрений в севооборотах различной конструкции / И.М. Шапошникова // Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России: сб. статей. – Рассвет, 2006. – С. 220–226.
10. Шафран С.А. Использование балансового метода для прогнозирования последствие удобрений / С.А. Шафран // Плодородие. – 2004. – № 1. – С. 13–14.

INTENSIFICATION OF THE PRODUCTION OF VINEYARDS BY THE APPLICATION OF PAIRED LANDING

Rashidov N. D.

Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University after M.S. Osimi

Abstracts. The development of modern viticulture and its direction is the transition to wide-row high-stem culture, which has technological advantages compared to traditional no-stem formations, where the working conditions for the care of bushes (pruning, green operations, harvesting, etc.) are facilitated.

These data indicate that the number of shoots per 1 ha with a 3x2 m scheme planting is 47,1-54,8 thousand/piece, with a 4x3,7+0,6 m scheme, 51,3-53,1 thousand/piece, which is not a significant difference in general It has. The overall increase was on bushless and stemming shrubs, with a