

УДК 631.8.631:445.599

UDC 631.8.631:445.599

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

ДЛИТЕЛЬНОЕ 32-ЛЕТНЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

LONG TERM 32-YEAR-OLD APPLICATION OF FERTILIZERS FOR THE FERTILITY OF THE ORDINARY BLACK SOIL AND PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET

Нещадим Николай Николаевич
д-р с.-х. наук, профессор
РИНЦ SPIN – код 8727-0250
neshhadim.n@kubsau.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Neshhadim Nikolay Nikolaevich
Dr.Sci.Agr., professor
SPIN: 8727-0250
neshhadim.n@kubsau.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Бершатская Светлана Ивановна
д-р с.-х. наук
«Северокубанская сельскохозяйственная опытная станция» КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко

Bershatskaya Svetlana Ivanovna
Dr.Sci.Agr.
"North Kuban Agricultural Experimental Station" of P.P. Lukyanenko Research Institute of Agriculture

Гаркуша Сергей Валентинович
д-р с.-х. наук
РИНЦ SPIN – код 1959-5645
Всероссийский научно-исследовательский институт риса, Краснодар, Россия

Garkusha Sergey Valentinovich
Dr.Sci.Agr.
SPIN: 1959-5645
Russian Scientific Research Institute of Rice, Krasnodar, Russia

Квашин Александр Алексеевич
д-р с.-х. наук

Kvashin Aleksandr Alekseevich
Dr.Sci.Agr.

Дерека Федор Иванович
канд. с.-х. наук
«Северокубанская сельскохозяйственная опытная станция» КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко

Derek Fedor Ivanovich
Cand.Agr.Sci.
"North Kuban Agricultural Experimental Station" of P.P. Lukyanenko Research Institute of Agriculture

В статье рассматривается эффективность минеральных и органических удобрений при длительном (в течении более тридцати лет) их применении по влиянию на плодородие чернозема обыкновенного Западного Предкавказья и продуктивность сахарной свеклы. Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте заложенным на экспериментальном стационарном участке «Северокубанская сельскохозяйственная опытная станция» Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Опыт был заложен одновременно во времени и пространстве в двух десятипольных севооборотах и зернотравяно-пропашном. В структуре посевных площадей сахарной свеклы занимала 10% севооборотной площади и размещалась после озимой пшеницы. В течении трех ротаций изучалось: 1- без удобрений контроль с естественно складывающимся уровнем минерального питания; 2- минимальная доза $N_{21}P_{26}K_{16}$; 3- средняя доза $N_{43}P_{52}K_{33}$; 4- $N_{96}P_{104}K_{68}$; 5- высокая доза $N_{96}P_{104}K_{68}$; 6- органо-минеральная система¹ $N_{43}P_{52}K_{34} + 12$ тонн/га навоза; 7- органо-минеральная система² $N_{20}P_{24}K_{34} +$ II-III ротации запашка урожая соломы + 6 тонн/га навоза; 8- средняя доза $P_{52}K_{33}$; 9- средняя доза $N_{43}K_{33}$; 10- средняя доза $N_{43}K_{52}$. Более высоким

The article deals with the effectiveness of mineral and organic fertilizers in long-term application (for more than thirty years) according to the influence on the fertility of ordinary black soil of the Western Caspasia and productivity of sugar beet. The investigations were carried out in the long-term stationary experiment laid on the experimental stationary section "Severokubanskaya agricultural experimental station" of P.P. Lukyanenko Krasnodar Agricultural Research Institute. The experiment was laid simultaneously in time and space in two ten-course crop rotations and combined grain-grass tilled. In the structure of sown areas sugar beet occupied 10% of crop rotation area and was placed after the winter wheat. During three rotations it was studied: 1- control without fertilizer with natural forming level of mineral nutrition; 2- minimal dose $N_{21}P_{26}K_{16}$ 3- medium dose $N_{43}P_{52}K_{33}$; 4 - $N_{43}P_{52}K_{33}$, 5- high dose $N_{96}P_{104}K_{68}$; 6- organo-mineral system¹ $N_{43}P_{52}K_{34} + 12$ t/ha of manure; 7- organo-mineral system² $N_{20}P_{24}K_{34} +$ II-III rotations tillage of straw crop + 6 t/ha of manure; 8- medium dose $P_{52}K_{33}$; 9- medium dose $N_{43}K_{33}$; 10- medium dose $N_{43}K_{52}$. The soil which is used by organo-mineral system with increased and high standards of mineral fertilizers had higher concentration of mineral nitrogen. Long systematic appli-

содержанием минерального азота обладала почва при использовании оргоминеральной системы, повышенной и высокой норм минерального удобрения. Более заметное влияние длительное систематическое применение удобрений оказывало на фосфатный режим почвы. Обеспеченность почвы обменным калием имела тенденцию снижения от ротации к ротации. Если к завершению первой ротации содержание данного элемента питания находилась на уровне 362,0-433,0 мг/кг почвы, в 2010 году эти величины составляли 356,0-405,0 мг/кг почвы, оставаясь на уровне повышенной и высокой обеспеченности характерной чернозему обыкновенному. Удобрения по ротациям севооборота обеспечивали практически равные прибавки урожая: в первой ротации - 4,9-16,0 т/га, во второй 5,3-17,1, в третьей 6,1-15,5 т/га. В умеренно благоприятные по влагообеспеченности и температурному режиму годы первой и третьей ротации (ГТК 0,8-0,76), величина урожайности сахарной свеклы составила 30,1-46,1 и 35,7-52,1 т/га, что в сравнении с более жесткими условиями второй ротации (ГТК 0,41-1,96) выше на 2,6-6,5 и 9,2-16,0 т/га. Исследования, проведенные в многолетнем стационарном опыте показали, что длительное применение удобрений предотвращает потерю органического вещества почвы, поддерживая содержание гумуса на уровне 3,95-3,99%, а органоминеральные системы способствуют воспроизводству его до 4,01-4,21%. Стабилизируется азотный режим почвы. Однако имеет место тенденция снижения обменного калия при минеральных системах удобрения. В условиях недостаточной влагообеспеченности северной зоны Краснодарского края наиболее применима норма $N_{60}P_{90}R_{60}$, как в минеральной, так и органоминеральных системах, обеспечивая сбор корнеплодов в пределах 43,0-45,2 т/га, с расчетным количеством сахара 6,92-7,14 т/га. Данные системы удобрения обеспечивают урожайность корнеплодов в 53,3-56,0 т/га с синтезом сахара 8,19-8,70 т/га. Увеличение нормы удобрения в 2 раза от средней до $N_{120}P_{160}R_{120}$ не способствует росту урожайности, снижает сахаристость корнеплодов на 0,4-0,8%. Нежелательно применение удобрений несбалансированных по элементам питания, при которых сбор корнеплодов снижается от 5,4 до 19,0%, а расчетный биологический сахар на 6,1-25,9%

Ключевые слова: ПЛОДОРОДИЕ, ГУМУС, ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ, ПОЧВА, САХАРНАЯ СВЕКЛА, СЕВОБОРОТ, АЗОТ, ФОСФОР, КАЛИЙ, СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ, САХАРИСТОСТЬ, СБОР, САХАР, РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ

cation of fertilizer had more noticeable effect on soil phosphorus regime. The provision of soil by exchange potassium tended to decline from rotation to rotation. If at the completion of the first rotation the content of this battery was at the level 362,0-433,0 mg / kg of soil, in 2010, these values were 356,0-405,0 mg / kg of soil, remaining at the level of increased and high provision characterized to ordinary black-soil. Fertilizers for crop rotation provided almost equal yield increase: in the first rotation - 4,9-16,0 t / ha in the second 5,3-17,1, the third 6,1-15,5 t / ha. In the moderate favorable for moisture and temperature conditions during the first and third rotation (hydrothermal index 0,8-0,76), the value of sugar beet yield was 30,1-46,1 and 35,7-52,1 t / ha, in comparison with tougher conditions for the second rotation (hydrothermal index 0,41-1,96) higher up to 2,6-6,5 9,2-16,0 t / ha. Research carried out in long-term stationary experiment showed that long-term use of fertilizers prevents to the loss of soil organic substances, supporting the humus content at the level of 3.95-3.99%, and organic-systems contribute to its reproduction to 4,01-4,21%. soil nitrogen state is stabilized. However, there is a tendency of decrease of the exchange potassium in mineral fertilizer systems. In the conditions of insufficient moisture supply of the northern zone of Krasnodar region the most applicable norm is $N_{60}P_{90}R_{60}$, both in mineral and organic-systems, ensuring the collection of root crops within 43,0-45,2 t / ha, with an estimated amount of sugar 6,92-7,14 t / ha. The given systems of fertilizer provide the yield of root crops 53,3-56,0 t / ha with the synthesis of sugar 8,19-8,70 t / ha. Increasing the rate of fertilizer in 2 times from medium to $N_{120}P_{160}R_{120}$ doesn't increase the productivity, reduce sugar content of root crop to 0.4-0.8%. It is undesirable to use fertilizer that are unbalanced in nutrition elements in which root crops yield declines from 5.4 to 19.0%, and current biological sugar from 6,1 to 25,9%

Keywords: FERTILITY, HUMUS, HYDROTHERMAL INDEX, SOIL, SUGAR BEET, CROP ROTATION, NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM, FERTILIZER SYSTEM, YIELD, SUGARINESS, CROP, SUGAR, PROFITABILITY

Создание оптимальных условий питания посредством применения органических и минеральных удобрений - основное условие высокопро-

дуктивного устойчивого земледелия. Без эффективного минерального питания теряется смысл затрат, на семена, средства защиты растений, энергоносители, а так же поддержание почвенного плодородия предотвращающего деградацию основного обрабатываемого слоя. [7; 8; 9]. Это имеет особое значение при возделывании такой культуры, как сахарная свекла. [11; 12; 14; 15].

Одним из важных факторов эффективного взаимодействия между элементами питания почвенно-климатическими условиями и агротехническими приемами являются научно обоснованные севообороты, поскольку действие органических и минеральных удобрений не исчерпывается одним - двумя годами или одной ротацией севооборота. При систематическом их внесении наблюдаются изменения агротехнических показателей почвенного плодородия. [3; 5; 13]. Поэтому при разработке и совершенствовании систем удобрения той или иной культуры интерес представляют результаты многолетних стационарных опытов, а также используемые севообороты. [10; 15].

Вопрос эффективности минеральных и органических удобрений при длительном их применении по влиянию на плодородие чернозема обыкновенного Западного Предкавказья и продуктивность основных сельскохозяйственных культур нами изучался в многолетнем стационарном опыте заложенным в 1978 году на экспериментальном стационарном участке ГНУ «Северокубанская сельскохозяйственная опытная станция» Краснодарского НИИСХ им. П.А. Лукьяненко.

Опыт был заложен одновременно во времени и пространстве в двух десятипольных севооборотах зернопропашном и зернотравянопропашном. В структуре посевных площадей сахарной свеклы занимала 10% севооборотной площади или одно поле (3,5 га) и размещалась после озимой пшеницы.

В схему опыта были включены варианты с систематическим исключением удобрений под все культуры севооборота (контроль) и различными по насыщению элементами питания варианты.

В течении трех ротаций по представленным в данной публикации вариантах в расчете на гектар севооборотной площади в среднем было внесено: 1- без удобрений контроль с естественно складывающимся уровнем минерального питания; 2 - минимальная доза $N_{21} P_{26} K_{16}$; 3 - средняя доза $N_{43} P_{52} K_{33}$; 4 - повышенная доза $N_{86} P_{52} K_{34}$; 5 - высокая доза $N_{86} P_{104} K_{68}$; 6 – органоминеральная система¹ $N_{43} P_{52} K_{34}$ + 12 тонн / га навоза; 7 - органоминеральная система² $N_{24} P_{21} K_{20}$ + II-III ротации запашка уржа соломы + 6 тонн/га навоза; 8 - средняя доза $P_{52} K_{33}$; 9 - средняя доза $N_{43} K_{33}$;
10) - средняя доза $N_{43} P_{52}$.

Дозы и системы удобрения применяемые под сахарную свеклу представлены в таблицах.

Посевная площадь делянки 190,4 кв.м., уборочная-81 кв.м. Повторность опыта четырехкратное ярусное, размещение делянок рендомизированное.

Почва- чернозем обыкновенный малогумусный, мощный. Материнская порода - тяжелый лессовидный суглинок. На период закладки стационарного опыта содержание общего гумуса составляло 3,86%, общего азота-0,223-0,227%, валового фосфора- 0,16-0,22%, валового калия-1,7%. Доступных форм: минерального азота- 9,9-10 мг/кг почвы, подвижных фосфатов-12,87-12,9 мг/кг почвы, обменного калия – 386- 387 мг/кг почвы.

Основные метеорологические факторы, определяющие условия роста и развития растений в северной зоне Краснодарского края крайне непостоянны особенно по количеству выпадающих осадков и их распределению в течении вегетации сахарной свеклы. По многолетним данным (1954-2010гг) среднемноголетнее количество их за сельскохозяйственный

год составило 571,4мм. За теплый период (апрель- октябрь), что совпадает с периодом вегетации сахарной свеклы выпадает 44,8-75,5% годового количества при среднесуточной температуре воздуха 15,4% с варьированием от 15,8 до 22,4 °С.

В годы проведения наших исследований 1979-2010 гг, среднегодовое количество осадков составило 608,1мм с колебаниями в интервале 350,5-899,8мм (таблица1), За период вегетации сахарной свеклы в среднем выпало 324,2мм осадков с варьированием по годам от 112 до 588,9мм

Таблица 1-Агрометеорологические условия периода вегетации сахарной свеклы 1979-2010гг.

Показатель	За календарный год	За период вегетации	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Количество осадков, мм	608,1	324,2	40,9	57,5	81,7	55,5	41,8	46,8
Варьирование по годам	350,5-899,8	112-588,9	2,2-107,8	0,0-275,5	0,8-192,6	1,9-155,8	0,5-209,2	8,0-196,5
Среднесуточная температура воздуха	11,5	19,4	11,8	17,4	21,6	24,2	23,0	18,2
Варьирование по годам	9,2-13,4	10,5-20,4	7-15,2	14,1-21,6	19,5-24,7	20,7-27,5	20,9-28,8	12,8-22,8
Гидротермический коэффициент(ГТК)		0,92	1,17	1,14	1,26	0,74	0,57	0,83
Варьирование по годам		0,40-1,84	0,07-4,45	0,0-5,62	0,01-2,74	0,02-2,13	0,0-2,83	0,13-4,67

Из 32 лет наблюдений 6 лет или 19% период вегетации сахарной свеклы характеризовался как крайне засушливый с ГТК 0,08-0,44, с недобором осадков 82,8-107,3мм. Двенадцать лет (37%)отнесены к средним по влагообеспеченности и температурному режиму условиям с ГТК 0,70-1,76, со средним показателем за это количество лет 0,98. Четырнадцать лет или 44% были более благоприятными, как по количеству осадков, так и по общим гидротермическим условиям, что определило развитие растений, формирование урожая, синтез сахаров.

Длительное применение удобрений, в том числе и в нормах, внесенных под сахарную свеклу, представленных в таблице 2, определило уровень почвенного плодородия, под воздействием которых изменялись такие показатели, как содержание гумуса, минерального азота, подвижных форм фосфора и обменного калия. За первую ротацию севооборотов.

Таблица 2- Влияние изучаемых доз и систем удобрения на показатели плодородия пахотного (0-30см) слоя почвы под сахарной свеклой

Система удобрений	Гумус	Элемент питания		
		N NO ₃ N NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Исходное	3,88	10,0	12,9	386
За три ротации севооборота, 1979-2008 гг				
Без удобрений (контроль)	3,81	9,5	12,5	356,1
N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀	3,93	10,8	18,2	367,0
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀	3,96	13,0	28,0	378,8
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀	4,09	14,0	34,0	387,3
N ₁₂₀ P ₁₆₀ K ₁₂₀	3,98	14,5	43,7	392,5
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +последствие 60т/га навоза	4,10	15,0	42,4	393,0
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +запашка урожая соломы +действие и последствие 30т/га навоза	3,93	13,7	36,1	405,0
P ₈₀ K ₆₀	3,93	10,3	32,7	385,0
N ₆₀ K ₆₀	3,92	13,0	13,5	374,1
N ₆₀ P ₈₀	3,93	12,7	25,3	374,2

содержание гумуса в сравнении с исходным на неудобренных контрольных вариантах осталось на том же уровне, а в среднем по вариантам опыта изменилось в сторону увеличения на 0,06%,относительно контрольного

варианта и на 0,06-0,19% с наибольшим показателем при органоминеральной системе с внесением средней дозы полного минерального удобрения на фоне последствия 60т/га навоза. Во второй ротации гумусовое состояние пахотного слоя почвы изменилось в сторону увеличения, в зависимости от варианта опыта, на 0,09-0,17%. К завершению исследований (2010год) содержание гумуса находилось на уровне 3,81-4,10% с разницей в сравнении с контрольным вариантом на 0,11-0,29%.

Количество минерального азота в сравнении с исходным увеличилось на 0,3-5,0 мг/кг почвы, подвижных фосфатов на 5,3-30,8 обменного калия уменьшилось при минеральных системах с минимальной дозой полного минерального удобрения и при парных сочетаниях азота, фосфора и калия. А относительно контрольного варианта с естественным фоном плодородия увеличилось на 8,42-36,9%. Более высоким содержанием минерального азота обладала почва при использовании органоминеральной системы, повышенной и высокой норм минерального удобрения.

Более заметное влияние длительное систематическое применение удобрений оказывало на фосфатный режим почвы. В сравнении с исходным содержанием P_2O_5 , в зависимости от изучаемых норм удобрения, в первой ротации севооборота возросло до уровня 17,0-31,8 мг/кг почвы, во второй-19,7-46,6мг/кг почвы, в третьей эти величины составляли 13,5-43,7 мг/кг почвы, что в сравнении с исходным количеством больше на 4,6-238,7% Минимальные показатели получены на вариантах с систематическим исключением из состава удобрения фосфора-13,5мг/кг почвы и при минимальной норме полного минерального удобрения ($N_{30}P_{40}K_{30}$)-18.2мг/кг почвы, что соответствует низкой обеспеченности. При средней ($N_{60}P_{80}K_{60}$), повышенной ($N_{120}P_{80}K_{60}$) и высокой ($N_{120}P_{160}K_{60}$) дозах полного минерального удобрения, а так же при органоминеральных системах сочетающих внесение средней дозы НРК с насыщенным вариантами органи-

кой в виде навоза и заправки урожая соломы эти величины составили 28,0-43,7 мг/кг почвы. В сравнении контрольным вариантом под воздействием вносимых удобрений под все культуры севооборота в том числе в вышеуказанных нормах под сахарную свеклу содержание подвижных фосфатов было больше на 1,0-31,2 мг/кг почвы или на 8,0-249,6% с максимальным показателем при тех же системах удобрения.

[1] и Дж.Кука [2] в том что в черноземах не использованные в год внесения фосфаты не превращаются в недоступные формы, как обменного калия, а длительное время остаются в усвояемой форме.

Обеспеченность почвы обменным калием имела тенденцию снижения от ротации к ротации. Если к завершению первой ротации содержание данного элемента питания находилась на уровне 362,0-433 мг/кг почвы, в 2010 году эти величины составили 356,0-405,0 мг/кг почвы, оставаясь на уровне повышенной и высокой обеспеченности характерной чернозему обыкновенному. По данным А.И.Симакина [4] на черноземах Кубани богатых калием, чем больше вносится его с удобрениями, тем больше этот элемент питания формируется в необменной форме, что видимо имело место и в наших исследованиях.

Созданное за счет систематического внесения удобрений почвенное плодородие, в том числе под сахарную свеклу в нормах представленных в нормах, предопределило и величину урожайности корнеплодов, как за годы исследований, так и по ротациям севооборотов (таблица 3). Поскольку по всем изучаемым показателям не было отмечено существенных различий, весь экспериментальный материал представлен в среднем по двум севооборотам.

Так средняя за 32 года исследований урожайность корнеплодов на систематически не удобряемом контрольном варианте составила 30,1 т/га, по ротациям 23,6-35,7 т/га.

Таблица3- Влияние различных норм и систем удобрений на урожайность сахарной свеклы, т/га.

Система удобрений	Среднее за 1979-2010гг	Ротации севооборота, год		
		Первая 1979-1988	Вторая 1989-1998	Третья 1999-2008
Без удобрений (контроль)	30,1	30,1	23,6	35,7
N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀	38,3	37,2	31,7	43,8
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀	43,2	41,2	37,1	49,8
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀	44,7	42,8	40,2	49,4
N ₁₂₀ P ₁₆₀ K ₁₂₀	43,1	46,1	40,2	50,3
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +последствие 60т/га навоза	45,6	43,3	40,7	51,2
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +запашка урожая соломы +действие последствие 30т/га навоза	42,3	39,6	35,1	50,4
P ₈₀ K ₆₀	36,7	35,0	28,9	44,9
N ₆₀ K ₆₀	36,8	35,9	32,2	41,8
N ₆₀ P ₈₀	40,5	39,7	35,3	45,1
НСР 05		3,89	3,43	3,56

Удобрения по ротациям севооборота обеспечивали практически равные прибавки урожая: в первой ротации-4,9-16,0т/га, во второй 5,3-17,1, в третьей 6,1-15,5т/га при среднем показателе 6,6-15,5 т/га. В умеренно благоприятные по влагообеспеченности и температурному режиму годы первой и третьей ротациях (ГТК 0,8-0,76), величина урожайности сахарной свеклы составила 30,1-46,1 и 35,7-51,2 т/га, что в сравнении с более жест-

кими условиями второй ротации (ГТК 0,41-1,96) выше на 2,6-6,5 и 9,2-16,0 т/га.

Внесение под сахарную свеклу минимальной нормы полного минерального удобрения ($N_{30}P_{40}K_{30}$) сопровождалось ростом урожайности корнеплодов на 7,1-8,1 т/га с содержанием сахара-16,1%, что больше, чем на контроле на 0,2%. При увеличении нормы удобрения до $N_{60}P_{80}K_{60}$ урожайность корнеплодов в среднем за 32 года составила 43,2 т/га, что в сравнении неудобренным контрольным вариантом больше на 13,1 т/га с варьированием по ротациям в пределах 11,1-14,1 т/га, содержанием сахара-14,3-17,7%. Дальнейшее увеличение норм удобрения 1,3-2,0 раза до $N_{120}P_{80}K_{60}$ и $N_{120}P_{160}K_{120}$, не сопровождалось пропорциональным ростом урожайности составив всего 0,5-4,9 т/га. При этом имело место снижение сахаристости корнеплодов до 15,3-15,5% (таблица 4), что в последующем предопределило и биологический сбор сахара.

Таблица 4 -Влияние удобрений на сахаристость корнеплодов(%) и биологический сбор сахара (т/га).

ГАУ.

Система удобрений	Содержание сахара		Биологический сбор сахара	
	среднее 1979- 2010гг	в т.ч. по ро- тациям се- вооборота	среднее 1979- 2010гг	в т.ч. по ро- тациям се- вооборота
Безудобрений (кон- троль)	15,9	14,1-17,2	4,78	3,82-5,05
N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀	16,1	14,4-17,7	6,15	5,09-6,60
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀	16,1	14,3-17,7	6,95	5,94-7,32
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀	15,3	14,1-16,8	6,84	6,06-7,17
N ₁₂₀ P ₁₆₀ K ₁₂₀	15,5	14,1-17,0	6,69	6,12-7,35
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +последствие 60т/га навоза	15,7	13,9-17,3	7,15	6,34-7,50
N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀ +запашка урожая соломы +действие последствие 30т/га навоза	16,0	14,8-17,7	6,76	5,60-7,12
P ₈₀ K ₆₀	16,1	14,2-18,0	5,89	4,65-6,34
N ₆₀ K ₆₀	15,6	14,2-17,0	5,75	4,98-6,13
N ₆₀ P ₈₀	15,9	14,2-17,6	6,42	5,54-6,98

При исключении одного из основных элементов питания из состава удобрения наряду со снижением урожайности на 1,5-6,2; 1,8-8,2 и 4,7-8,0т/га уменьшалось и содержание сахара на 0,1-0,5%. Значительный недо-бор урожая наблюдался при внесении фосфорно-калийных (P₈₀K₆₀) и азот

но-калийных ($N_{60}K_{60}$) удобрений. Здесь был и самый низкий сбор сахара-4,65-6,34 и 4,98-6,13т/га.

Органоминеральные системы удобрения более эффективны были в третьей ротации с величиной урожайности корнеплодов 50,7-51,2 т/га и равнозначны высокой дозе полного минерального удобрения с содержанием сахара в корнеплодах соответственно 13,9-17,3 и 14,1-17%, а по сбору биологического сахара продуктивнее на 8,22%.

В благоприятные по метеоусловиям годы величина сбора корнеплодов находилась в пределах 37,5-57,2т/га, сахаристость их 14,9-15,7%, расчетный сбор сахара 5,77-8,75т/га. В неблагоприятные 14,8-26,6, соответственно 2,18-4,09 т/га, и 14,2-14,8%. В годы с умеренной влажностью и температурным режимом средний урожай корнеплодов находился в пределах 30,6-43,9 т/га, а накопление в них сахара 5,14-7,33 т/га, с содержанием 16,4-17,5%. При этом сохранилась та же зависимость от вносимых норм и сочетаний по элементам питания удобрений.

По данным А.С. Заршиняк и В.И. Бондаренко [6], чтобы рентабельность применяемых удобрений была не ниже 8-10% необходимо от каждого килограмма внесенного удобрения получить прирост урожая в корнеплодах не менее 10-15 кг, сахара 1,2-1,8 кг/кг, иначе затраты на приобретение и применение удобрений не окупаются.

Полученные данные свидетельствуют, что все изучаемые нами нормы удобрения окупаются выходом товарной продукции: корнеплодами от 32,2 до 70,0кг/кг, биологическим сбором сахара от 4,70 до 13,3 кг/кг, с минимальным показателем при повышенной ($N_{120}P_{80}K_{60}$) и высокой ($N_{120}P_{160}K_{120}$) нормах удобрения, а также при использовании только фосфорно-калийного ($P_{80}K_{60}$).

Таким образом, исследования проведенные в многолетнем стационарном опыте показали, что систематическое длительное применение удобрений предотвращает потерю органического вещества почвы, под-

держивая содержание гумуса на уровне 3,95-3,99%, а органоминеральные системы способствуют воспроизводству его до 4,01-4,21%. Стабилизируется азотный режим почвы. Содержание подвижного фосфора возрастает до уровня повышенной и высокой обеспеченности. Однако имеет место тенденция снижения обменного калия при минеральных системах удобрения.

На фоне сложившегося почвенного плодородия при использовании $N_{30}P_{40}K_{30}$ величина сбора корнеплодов достигает 37,8-38,3 т/га, в годы с благоприятными условиями 40,0-59,0 т/га. Данная доза удобрения может быть использована на фоне высокого почвенного плодородия, в хозяйствах с низким экономическим уровнем и при дефиците удобрений. В условиях недостаточной влагообеспеченности северной зоны края наиболее применима норма $N_{60}P_{80}K_{60}$, как в минеральной так и органоминеральных системах, обеспечивая сбор корнеплодов в пределах 43,0-45,2 т/га, с расчетным количеством сахара 6,92-7,14 т/га. В 40% лет данные системы удобрения обеспечивают урожайность корнеплодов в 53,3-56,0 т/га с синтезом сахара 8,19-8,70 т/га.

Увеличение нормы удобрения в 2 раза от средней до $N_{120}P_{160}K_{120}$ не способствует росту урожайности, снижает сахаристость корнеплодов на 0,4-0,8%. Нежелательно применение удобрений несбалансированных по элементам питания, при которых сбор корнеплодов снижается от 5,4 до 19,0%, а расчетный биологический сахар на 6,1- 25,9%.

Список литературы

1. Баршадская С.И. Плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность основных сельскохозяйственных культур / С.И. Баршадская, А. А. Квашин, Ф. И. Дерка // Плодородие. – 2011. - №5. – С. 23-25.
2. Баршадская С.И. Плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность основных сельскохозяйственных культур / С.И. Баршадская, А. А. Квашин, Ф. И. Дерка // Труды Кубанского аграрного университета. - 2012.-№35. - С. 146-151.

3. Василько В. П. Плодородие орошаемых и гидроморфных пахотных земель Северного Кавказа путь его оптимизации / В. П. Василько, В. Н. Герасименко, Н. Н. Нецадим // Краснодар, - 2010, С. 173.
4. Губанов Я. В. Сахарная свекла-условия выращивания и качество / Я. В. Губанов // Краснодар Кн. Изд-во. 1978. – 160с.
5. Дереха Ф. И. Основная обработка почвы: изменение и агрофизические свойства чернозема, и продуктивность сахарной свеклы / Ф. И. Дереха, А. А. Квашин, С.И. Баршадская // Сахар. 2014. - №42. – С. 29-32.
6. Дроздова В. В. Агроэкологическая эффективность применения минеральных удобрений при выращивании люцерны на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / В. В. Дроздова, А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нецадим // Труды Кубанского аграрного университета. - 2013. - №43. - С. 47-51.
7. Заршинян А. С. Как правильно распорядится дефицитом / А. С. Заршинян, В. И. Бондаренко // Сахарная свекла. - 2001. №3, -С.5-7.
8. Кук Д. Регулирование плодородия почвы / Дж.Кук // М.:Колос. 1970.-С. 520.
9. Нецадим Н. Н. Биологические особенности и технология выращивания сахарной свеклы: учебное пособие / Н. Н. Нецадим, Т. П. Михайлова, Н. Г. Малюга, Г.Ф. Петрик // Краснодар: КубГАУ, 2009. – 116 с.
10. Нецадим Н. Н. Почвенно-экологические основы и проблемы земледелия в Северо-Западном Предкавказье / Н. Н. Нецадим и др. // Краснодар, 2006.- С. 333.
11. Симакин А. С. Удобрение, плодородие почвы и урожай / А. И. Симакин // Краснодар Кн. Изд-во. 1983. – С.271.
12. Ступин А. Ф. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте на урожай и качество сахарной свеклы / А. Ф. Ступин, В. Н. Еськов // Агрохимия. - 1985. -№7. - С.54-59.
13. Шеуджен А. Х. Органическое вещество почвы и методы его определения /А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нецадим, Л. М. Онищенко // Майкоп, - 2007.- 343с.
14. Шконде Э.И. Система удобрения фосфатный режим черноземных почв УССР / Э. И. Шконде // Почвоведение. - 1952, №8.-С. 18-25.
15. Шпаар Д. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захарченко // – М.: ИД ООО «ДЛВ Агродело», - 2012. – 315 с.

References

1. Barshadskaja S.I. Plodorodie chernozema obyknovennogo i produktivnost' osnovnyh sel'skohozjajstvennyh kul'tur / S.I. Barshadskaja, A. A. Kvashin, F. I. De-reka // Plodorodie. – 2011. - №5. – S. 23-25.
2. Barshadskaja S.I. Plodorodie chernozema obyknovennogo i produktivnost' osnovnyh sel'skohozjajstvennyh kul'tur / S.I. Barshadskaja, A. A. Kvashin, F. I. Dereka // Trudy Kubanskogo agrarnogo universiteta. - 2012.-№35. - S. 146-151.
3. Vasil'ko V. P. Plodorodie oroshaemyh i gidromorfnyh pahotnyh zemel' Severnogo Kavkaz put' ego optimizacii / V. P. Vasil'ko, V. N. Gerasimenko, N. N. Neshhadim // Krasnodar, - 2010, S. 173.
4. Gubanov Ja. V. Saharnaja svekla-uslovija vyrashhivaniya i kachestvo / Ja. V. Gubanov // Krasnodar Kn. Izd-vo. 1978. – 160s.
5. Dereka F. I. Osnovnaja obrabotka pochvy: izmenenie i agrofizicheskie svojstva chernozema, i produktivnost' saharnoj svekly / F. I. Dereka, A. A. Kvashin, S.I. Barshadskaja // Sahar. 2014. - №42. – S. 29-32.
6. Drozdova V. V. Agrojekologicheskaja jeffektivnost' primenenija mineral'nyh udobrenij pri vyrashhivanii ljucerny na chernozeme vyshhelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ja

/ V. V. Drozdova, A. H. Sheudzhen, N. N. Neshhadim // Trudy Kubanskogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №43. - S. 47-51.

7. Zarshinjan A. S. Kak pravil'no rasporjaditsja deficitom / A. S. Zarshinjan, V. I. Bondarenko // Saharnaja svekla. - 2001. №3, -S.5-7.

8. Kuk D. Regulirovanie plodorodija pochvy / Dzh.Kuk // M.:Kolos. 1970.-S. 520.

9. Neshhadim N. N. Biologicheskie osobennosti i tehnologija vyrashhivaniya saharnoj svekly: uchebnoe posobie / N. N. Neshhadim, T. P. Mihajlova, N. G. Maljuga, G.F. Pet-rik // Krasnodar: KubGAU, 2009. – 116 s.

10. Neshhadim N. N. Pochvenno-jekologicheskie osnovy i problemy zemledelija v Severo-Zapadnom Predkovkaz'e / N. N. Neshhadim i dr. // Krasnodar, 2006.- S. 333.

11. Simakin A. S. Udobrenie, plodorodie pochvy i urozhaj / A. I. Simakin // Krasnodar Kn. Izd-vo. 1983. – S.271.

12. Stupin A. F. Vlijanie sistematicheskogo vnesenija udobrenij v sevooborote na urozhaj i kachestvo saharnoj svekly / A. F. Stupin, V. N. Es'kov // Agrohimiya. - 1985. -№7. - S.54-59.

13. Sheudzhen A. H. Organicheskoe veshhestvo pochvy i metody ego opredelenija /A. H. Sheudzhen, N. N. Neshhadim, L. M. Onishhenko // Majkop, - 2007.- 343s.

14. Shkonde Je.I. Sistema udobrenija fosfatnyj rezhim chernozemnyh pochv USSR / Je. I. Shkonde // Pochvovedenie. - 1952, №8.-S. 18-25.

15. Shpaar D. Saharnaja svekla (vyrashhivanie, uborka, hranenie) / D. Shpaar, D. Dreger, A. Zaharchenko // – M.: ID OOO «DLV Agrodelo», - 2012. – 315 s.