

УДК 633.31:631.811]:631.445.4(470.620)

UDC 633.31:631.811]:631.445.4(470.620)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД ЛЮЦЕРНОЙ 1 ГОДА ЖИЗНИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

THE INFLUENCE OF DIFFERENT AGRICULTURAL TECHNOLOGIES ON THE CONTENT OF THE MAIN NUTRIENTS IN THE SOIL UNDER LUCERNE OF 1 YEAR OF LIFE ON THE BLACK LEACHED SOIL OF WESTERN CISCAUCASIA

Василько Валентина Павловна
к.с.-х.н., профессор

Vasilko Valentina Pavlovna
Cand.Agr.Sci., professor

Сысенко Инна Сергеевна
к.с.-х.н., доцент

Sysenko Inna Sergeevna
Cand.Agr.Sci., associate professor

Новоселецкий Сергей Иванович
к.с.-х.н., доцент
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар Россия
г. Краснодар, улица Калинина 13*

Novoseleckiy Sergey Ivanovich
Cand.Agr.Sci., associate professor
*Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia
Krasnodar, Kalinina, 13*

Попондопуло Алексей Станиславович, аспирант
кафедры растениеводства КубГАУ
*КФХ «Ближнее» Ленинградского района, Россия,
главный агроном
Краснодарский край, Ленинградский район, хутор
Реконструктор, переулок Ближний 2*

Popondopulo Alexei Stanislavovich
postgraduate student of the Chair of plant growing of
Kuban state agrarian University
*Blizhnee farm, Leningrad district, Russia, chief agronomist
Krasnodar Krai, Leningrad district, Khutor Reconstructor, Blizhniy 2*

В статье рассмотрено влияние различных технологий выращивания на содержание азота, фосфора и калия в почве под люцерной, и влияние культуры на накопление в почве азота.

In this article, we review the influence of different production technologies for nitrogen, phosphorus and potassium in the soil under alfalfa, and the impact of culture on the accumulation of nitrogen in the soil

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ
ВЫРАЩИВАНИЯ, ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ,
СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ, АЗОТ, ЛЮЦЕРНА,
УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: TECHNOLOGY
CULTIVATION, SOIL FERTILITY,
SYSTEM OF FERTILIZERS, NITROGEN, LUCERNE, PRODUCTIVITY

Одной из главных особенностей люцерны – циклический характер роста и развития, т.е. на протяжении всего вегетационного периода у нее непрерывно отрастают и развиваются побеги. За это время почва значительно обедняется элементами питания. Пополнение же их возможно только за счет оптимального внесения минеральных удобрений / 1, 3, 6 /.

Наши исследования проводились в длительном стационарном опыте в 2009-2011 гг. на опытной станции Кубанского ГАУ на черноземе выщелоченном сверхмощным легкоглинистым со средней мощностью гумусового горизонта – 147 сантиметров.

Рельеф опытного поля – равнинный. Механический состав – легкоглинистый. Почвообразующими породами послужили лессовидные тяже-

лые суглинки с реакцией водной среды от 6,5 до 8,2. Анализ почв опытного поля, проведенный институтом КубаньНИИгипрозем в 1991 году показал, что содержание гумуса в пахотном слое небольшое и колеблется от 2,5 до 2,9 %, однако, в связи с большой мощностью гумусового горизонта А + В (147 см) валовые запасы его составляют – 407 т/га, а в двухметровом слое – 457 т/га. Малое содержание гумуса предопределило и невысокое содержание азота. Общие запасы его в пахотном слое почвы составляли 0,16-0,18 % (или около 8 т/га), а в слое 0-150 см – 35-40 т/га. Валовые запасы фосфора в пахотном слое почвы 0,16-0,18 % (6,5-7,8 т/га), а калия – 1,5-2,0 % (50 т/га). Общие запасы этих веществ в 1,5 м слое почвы варьируют от 35 до 40 и от 370 до 380 т/га соответственно. Обеспеченность выщелоченного чернозема подвижным фосфором и обменным калием в пахотном слое почвы колеблется от повышенной до очень высокой. Верхний слой имеет нейтральную или реже слабокислую реакцию (рН 6,8-7,0).

Центральная зона Краснодарского края, где проводились наши исследования, по температурному режиму и условиям увлажнения характеризуется умеренно-континентальным, умеренно-влажным и теплым климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,0 – 10,8⁰С, а наиболее холодного месяца января – 1,5 – 3,5⁰С. Продолжительность безморозного периода составляет 175 – 225 дней. Относительная влажность воздуха в июле-августе опускается до 60-65%, а в отдельные дни до 20-30% и ниже. Первая половина осени – сухая, вторая – влажная. Зима – умеренно-мягкая, с частыми оттепелями. Весна – ранняя, затяжная, с медленным нарастанием тепла. Лето – жаркое, часто засушливое. Преобладающими ветрами на территории являются восточные и западные. Неблагоприятное влияние на климат оказывают северо-восточные и восточные ветры, обуславливающие летом сухость и высокую температуру воздуха, а весной иссушение пахотного горизонта и пыльные бури. Количество дней

со слабыми суховеями за теплый период – 47 дней, в том числе с интенсивными – 5 дней.

Исследования проводились в типичном для зоны 11-ти польном зернотравянопропашном севообороте со следующим чередованием культур: люцерна, люцерна, озимая пшеница, озимый ячмень, сахарная свекла, озимая пшеница, кукуруза на зерно, озимая пшеница, подсолнечник, озимая пшеница, яровой ячмень с подсевом люцерны.

Схема опыта представляет собой часть выборки из полной схемы многофакторного опыта (4x4x4)x3. Стационарный многофакторный опыт представлен следующими факторами: уровень плодородия (фактор А); система удобрения (фактор В); система защиты растений (фактор С), способ основной обработки почвы (фактор Д).

Уровень плодородия (фактор А) создавался в начале закладки опыта в 1991 году (1 ротация) и в 2003 году (2 ротация) путем последовательного внесения возрастающих доз органических удобрений (полуперепревшего навоза КРС) и фосфора на основе существующих нормативных показателей по плодородию почвы, внесением при А₂- 400 кг/га Р₂О₅ и 400 т/га навоза. Планируемые показатели плодородия почвы приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Планируемые показатели плодородия почвы

Уровень плодородия почвы	Планируемое содержание в почве		
	гумуса, %	подвижного фосфора, мг/100 г	обменного калия, мг/100 г
А ₀ – исходное плодородие	2,7-2,8	18-20	20-30
А ₁ – среднее плодородие	3,0-3,2	26-31	31-41
А ₂ – повышенное плодородие	3,3-3,5	37-42	42-52
А ₃ – высокое плодородие	3,7-3,9	46-51	53-63

Диапазоны доз удобрений под люцерну определены на основе балансового метода и требуемого качества продукции. Средняя доза удобрений

(B_2) – $N_{40}P_{100}K_{100}$, минимальная доза (B_1) в два раза меньше и высокая (B_3) в два раза больше, чем средняя доза удобрений.

Система защиты растений (фактор С) имеет 4 варианта опыта: C_0 -без средств защиты растений; C_1 – биологическая защита растений от болезней и вредителей; C_2 -химическая защита растений с помощью гербицидов от сорняков; C_3 – интегрированная защита растений от сорняков, вредителей и болезней.

В связи с изучением нескольких факторов в схеме опыта принята специальная индексация вариантов, где первая цифра – уровень плодородия, вторая – система удобрения, третья – система защиты растений. Базовые технологии возделывания культуры условно обозначаются: 000-экстенсивная; 111-беспестицидная; 222-экологически допустимая; 333-интенсивная.

Общая площадь делянки: $4,2 \text{ м} \times 25,0 \text{ м} = 105 \text{ м}^2$, учетная – $2,0 \text{ м} \times 17,0 \text{ м} = 34 \text{ м}^2$. Повторность опыта – трехкратная.

При анализе засоренности посевов, численности вредителей и распространении болезней в качестве контроля служил вариант 000 (экстенсивная технология).

В опыте 1 - исследования проводились на фоне рекомендуемой обработки почвы. В опыте 2 – на фоне нулевой обработки почвы.

Опыт 2 – двухфакторный, заложен в 1997 году. В нем изучалось влияние тех же норм удобрения и систем защиты растений на формирование продуктивности люцерны под покровом ярового ячменя, что и в опыте 1, но при прямом посеве и естественном уровне почвенного плодородия.

В опыте возделывался сорт люцерны Фея и сорт ярового ячменя Стимул районированные во всех зонах Краснодарского края. Предшественник - озимая пшеница.

Основная обработка почвы проводилась в первой декаде октября и была следующей: рекомендуемая обработка почвы состояла из трех диско-

вых лущений (ДТ-75М+БДТ-3) послойно на глубину до 10-12 см и вспашки трактором Беларусь 1221в агрегате с плугом Мульти-мастер на глубину 30-32 см.

Под основную обработку почвы вносили полное минеральное удобрение (нитроаммофоску) вручную, в нормах согласно схемы опыта с последующей заделкой их в почву дисковой бороной.

На вариантах, где предусмотрена химическая система защиты растений от сорняков (С₂ и С₃) в фазу кущения ярового ячменя вносили системный гербицид базагран в дозе 1,5 л/га с расходом рабочего раствора 200 л/га агрегатом МТЗ-80+РАУ.

Посев люцерны проводился: в 2009 г. – 4 апреля; в 2010 г. – 26 марта и в 2011 г. – 31 марта сеялкой Фольконе (Италия), яровой ячмень – сеялкой Грейтпланс (США). Норму высева семян устанавливали из расчета люцерны – 20 кг/га, ярового ячменя – 1,3 млн. всх. семян/га. Способ посева обычный рядовой (сеяли перекрестно). Глубина заделки люцерны – 2-3 см и ярового ячменя – 5-6 см. После посева почва прикатывалась кольчато-шпоровыми катками.

Уборка урожая злаково-бобовой смеси (люцерна+ячмень) проводилась со всей учетной площади каждой делянки комбайном NEGE 212 (Австрия).

В результате 3-х летних исследований установлено, что содержание минерального азота ($N-NO_3^-+N-NH_4^+$) в почве под люцерной 1 года жизни перед посевом в слое почвы 0-20 см в среднем по вариантам опыта при рекомендуемой обработке почвы равнялось 19,44 мг/кг. Перед уборкой величина данного показателя составляла 14,92 мг/кг, т.е. снизилась на 4,52 мг/кг или 30% (рисунок 1).

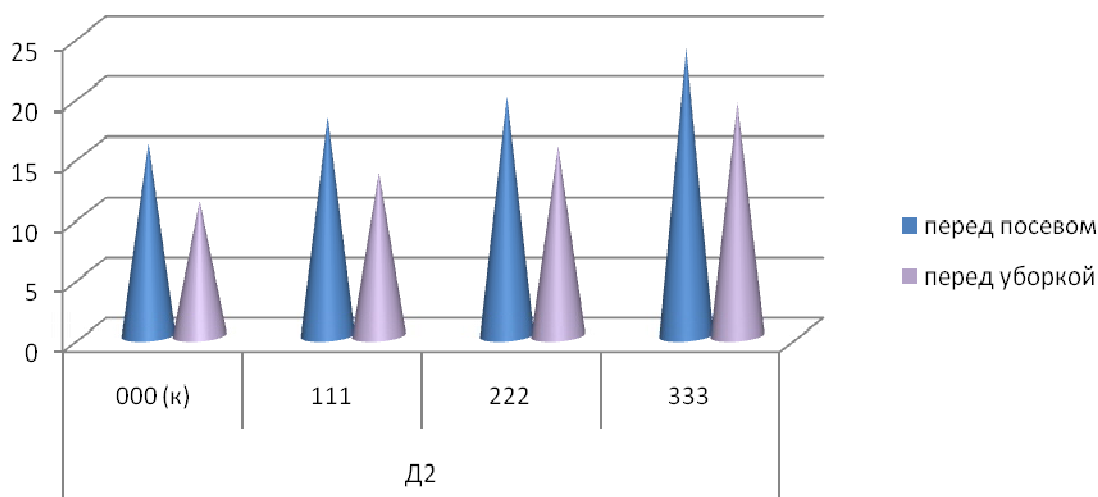


Рисунок 1 – Содержание минерального азота ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2011 гг.)

Колебания этого показателя по вариантам опыта во-многом зависело от уровня почвенного плодородия и системы удобрения. Доля влияния данных показателей на содержание минерального азота в почве перед посевом равнялась соответственно 8,8-15,0 %, перед уборкой – 19,1-53,7 % (таблица 2).

Таблица 2 - Множественная регрессионная зависимость содержания макроэлементов в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1 года жизни в зависимости от приемов выращивания, 2009-2011 гг.

Показатель	Свободный член уравнения	Доли влияния и коэффициенты регрессии по факторам				R
		А	В	С	Д	
перед посевом						
Минеральный азот, мг/кг	22,28	$\frac{8,8}{12,55}$	$\frac{15,0}{21,37}$	$\frac{7,9}{11,31}$	$\frac{0,03}{0,08}$	0,56
Подвижный фосфор, мг/кг	228,68	$\frac{14,5}{4,36}$	$\frac{42,7}{12,81}$	$\frac{1,2}{0,36}$	$\frac{26,5}{13,19}$	0,92
Обменный калий, мг/кг	150,53	$\frac{23,2}{8,31}$	$\frac{44,1}{15,81}$	$\frac{5,3}{1,89}$	$\frac{16,7}{9,91}$	0,94
перед уборкой						
Минеральный азот, мг/кг	13,06	$\frac{19,1}{0,72}$	$\frac{53,7}{2,03}$	$\frac{4,1}{-0,15}$	$\frac{12,8}{-0,80}$	0,95

Подвижный фосфор, мг/кг	247,60	$\frac{22,3}{7,51}$	$\frac{54,2}{18,29}$	$\frac{12,6}{-4,24}$	$\frac{3,9}{-2,19}$	0,96
Обменный калий, мг/кг	180,31	$\frac{16,5}{5,66}$	$\frac{39,9}{13,71}$	$\frac{4,9}{1,68}$	$\frac{18,1}{-10,31}$	0,89

Примечание: А-уровень плодородия почвы; В-система удобрений; С-система защиты растений; Д-способ основной обработки почвы. Над чертой – доля влияния (%), под чертой – коэффициент регрессии.

Наименьшее содержание минерального азота перед посевом в пахотном слое почвы (0-20 см) было на варианте экстенсивной технологии (000) и при рекомендуемой обработке почвы составляло 15,974 мг/кг. Применение минимальной, средней и высокой доз удобрений, а также среднего, повышенного и высокого уровня почвенного плодородия на вариантах 111, 222 и 333 обеспечивало увеличение данного показателя на 2,19-7,81 мг/кг (14-49%). Перед уборкой разница по данным вариантам составила 2,31-8,13 мг/кг (21-73 %).

Способы основной обработки почвы также оказывали определенное влияние на величину данного показателя, с долей перед посевом (0,03 %), и несколько больше (12,8 %) перед уборкой. Так, наибольшее содержание азота в почве перед посевом отмечено при рекомендуемой обработке почвы и в среднем по вариантам опыта составляло 19,44 мг/кг, что на 5,8 мг/кг (43 %) больше, чем при нулевой обработке почвы. Перед уборкой эта разница составила 2,43 мг/кг (19 %).

При нулевой обработке почвы перед посевом содержание азота в пахотном слое почвы, по сравнению с контролем увеличивалось в зависимости от интенсификации технологии выращивания (от 011 к 033) на 0,86-7,61 мг/кг (6-55 %); перед уборкой – на 1,56-5,18 мг/кг (17-55 %).

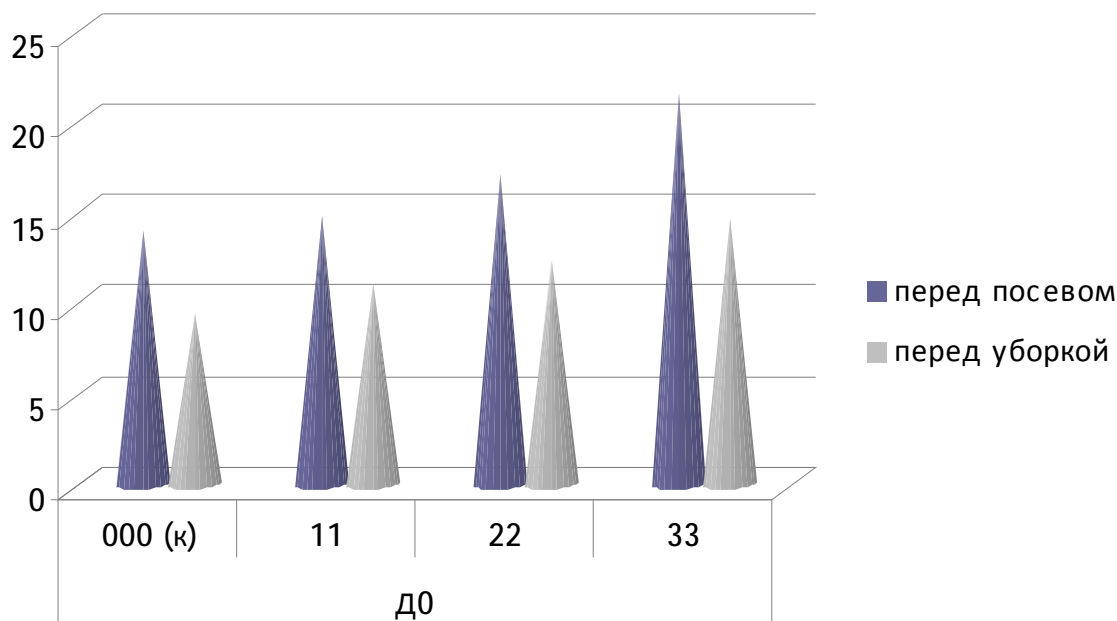


Рисунок 2 – Содержание минерального азота в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни при нулевой обработке почвы в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2010 гг.)

В среднем за годы исследований, содержание подвижного фосфора в почве под люцерной 1 года жизни перед посевом в среднем по вариантам опыта составляло при рекомендуемой обработке почвы 280,9 мг/кг. Перед уборкой величина данного показателя равнялась 282,5 мг/кг (рисунок 3).

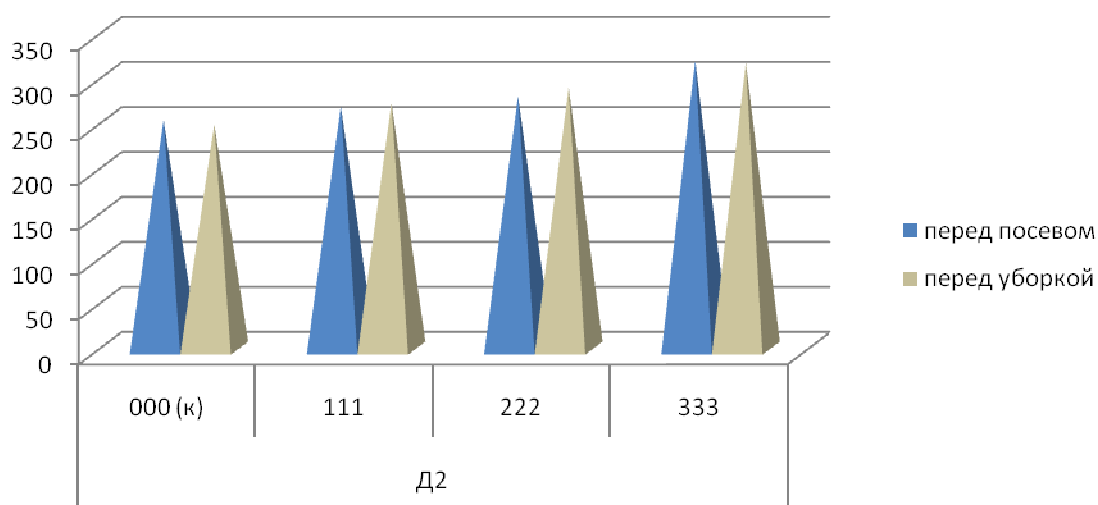


Рисунок 3 – Содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2011 гг.)

Интенсивность накопления фосфора в почве зависела от повышения питательного режима почвы. Наибольшее влияние на величину данного показателя оказывали уровень почвенного плодородия и система удобрения. Доля влияния данных показателей на содержание подвижного фосфора в почве перед посевом равнялась соответственно 14,5-42,7 %, перед уборкой – 22,3-54,2 % (таблица 2).

Наименьшее содержание подвижного фосфора перед посевом в пахотном слое почвы (0-20 см) было на варианте экстенсивной технологии (000) и при рекомендуемой обработке почвы составляло 254,2 мг/кг. Применение беспестицидной, экологически допустимой и интенсивной технологий на вариантах 111, 222 и 333 обеспечивало увеличение данного показателя на 14,6-66,0 мг/кг (6-26 %). Перед уборкой разница по данным вариантам составила 24,2-68,7 мг/кг (10-28 %).

Способы основной обработки почвы также оказывали определенное влияние на величину данного показателя, с долей перед посевом (26,5 %), и меньшей (3,9 %) перед уборкой. Так, наибольшее содержание фосфора в почве перед посевом отмечено при рекомендуемой обработке почвы и в среднем по вариантам опыта составляло 280,9 мг/кг, что на 3,0 мг/кг (1 %) больше, чем при нулевой обработке почвы. Перед уборкой эта разница составила 28,5 мг/кг (11 %).

Интенсификация средств химизации земледелия при нулевой обработке почвы оказывала большее влияние на величину данного показателя. Так, перед посевом содержание фосфора в пахотном слое почвы, по сравнению с контролем увеличивалось в зависимости от интенсификации технологии выращивания (от 011 к 033) на 16,3-88,8 мг/кг (7-37 %); перед уборкой – на 14,7-62,7 мг/кг или 6-28 % (рисунок 4).

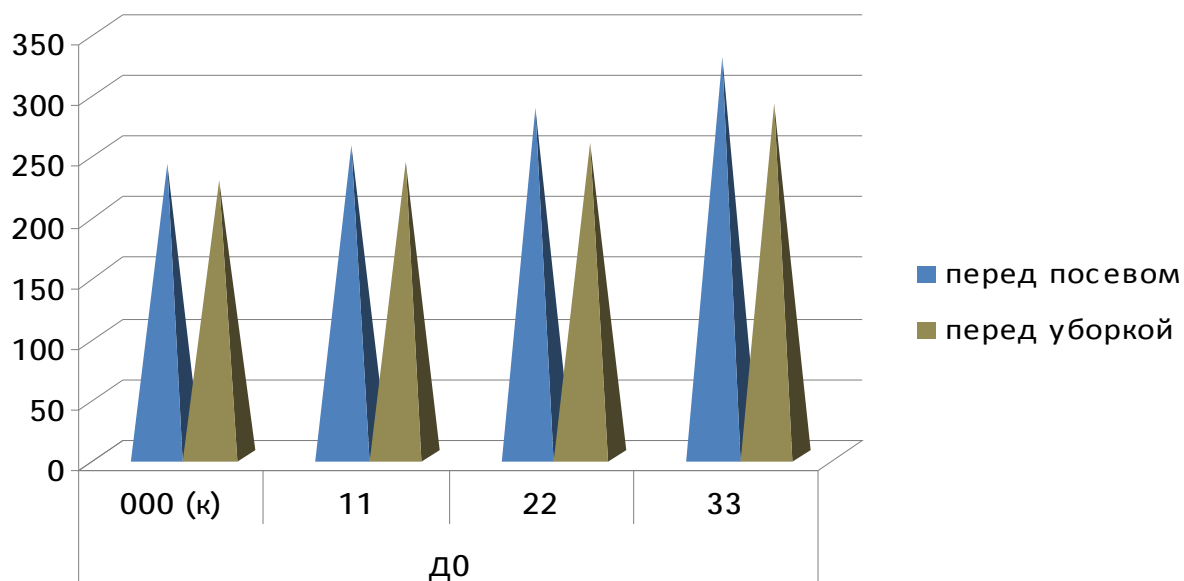


Рисунок 4 – Содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни при нулевой обработке почвы в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2010 гг.)

В среднем за годы исследований, содержание обменного калия в почве под люцерной 1 года жизни перед посевом в среднем по вариантам опыта при рекомендуемой обработке почвы равнялось 208,5 мг/кг. Перед уборкой величина данного показателя была ниже на 2,0 мг/кг или 1 % (рисунок 5).

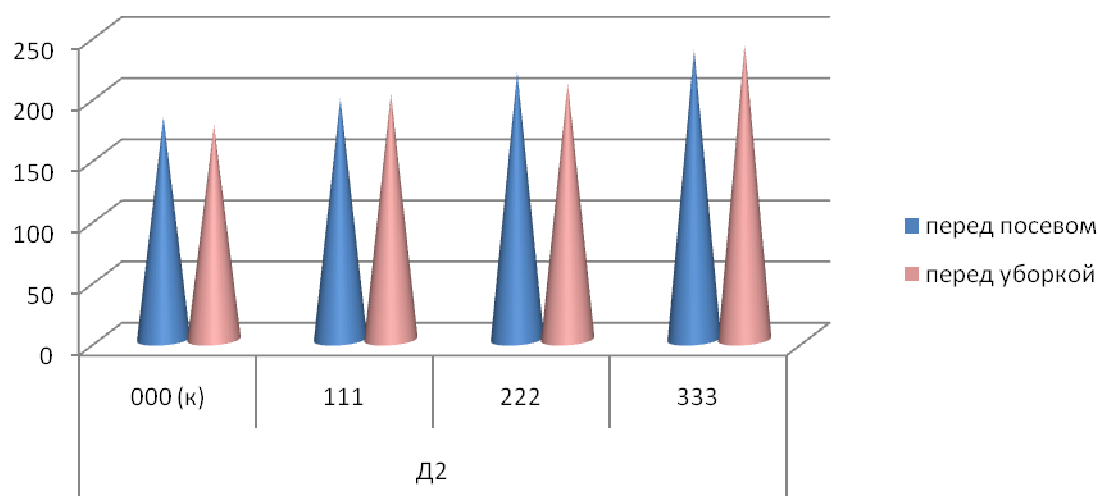


Рисунок 5 – Содержание обменного калий в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2011 гг.)

Наибольшее влияние на величину данного показателя оказывали уровень почвенного плодородия и система удобрения. Доля влияния данных показателей на содержание обменного калия в почве перед посевом равнялась соответственно 23,2-44,1 %, перед уборкой – 16,5-39,9 %.

Наименьшее содержание обменного калия перед посевом в пахотном слое почвы (0-20 см) было на варианте экстенсивной технологии (000) и составляло 181,8 мг/кг. На вариантах от 111 к 333 происходило увеличение данного показателя на 15,0-55,2 мг/кг (8-30 %). Перед уборкой разница по данным вариантам составила 25,4-65,5 мг/кг (14-37 %).

Способы основной обработки почвы также влияли на величину данного показателя, с долей перед посевом (16,7 %), и меньшей (18,1 %) перед уборкой. Так, наибольшее содержание калия в почве перед посевом отмечено при рекомендуемой обработке почвы и в среднем по вариантам опыта составляло 208,5 мг/кг, что на 9,1 мг/кг (5 %) больше, чем при нулевой обработке почвы. Перед уборкой эта разница составила 44,6 мг/кг (28 %).

Интенсификация средств химизации земледелия при нулевой обработке почвы оказывала большее влияние на величину данного показателя. Так, перед посевом содержание калия в пахотном слое почвы, по сравнению с контролем увеличивалось в зависимости от интенсификации технологии выращивания (от 011 к 033) на 20,0-70,0 мг/кг (12-42 %); перед уборкой – на 13,7-51,2 мг/кг или 10-37 % (рисунок 6).

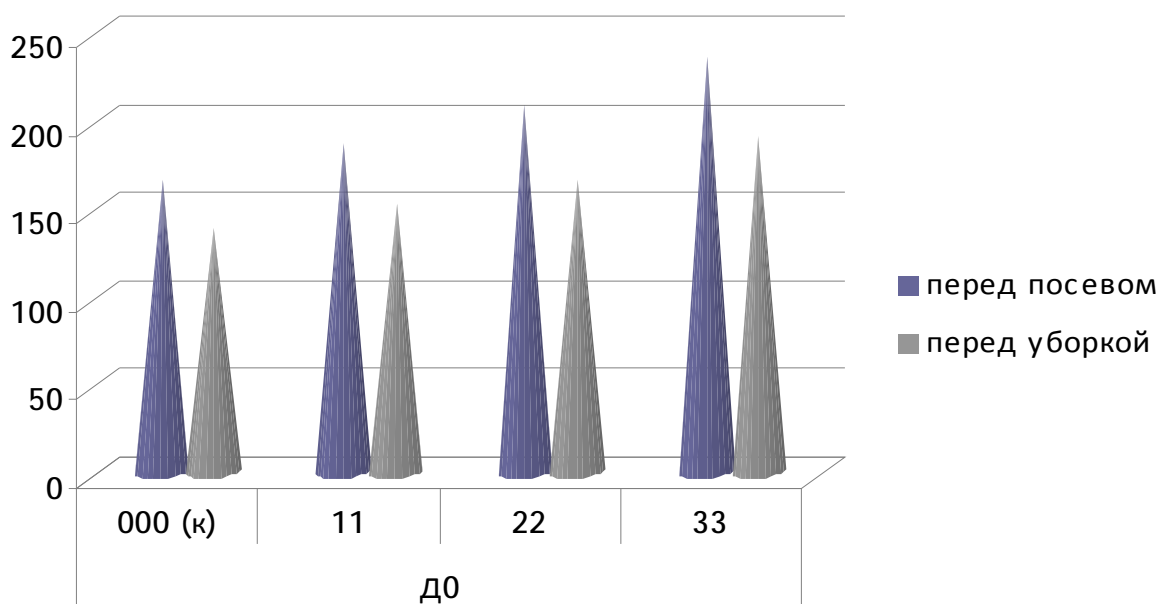


Рисунок 6 – Содержание обменного калия (K_2O) в пахотном слое почвы (0-20 см) под люцерной 1-го года жизни при нулевой обработке почвы в зависимости от приемов выращивания, мг/кг (2009-2010 гг.)

Таким образом, можно заключить, что выращивание люцерны 1 года жизни по различным технологиям, как при рекомендуемой обработке почвы, так и при нулевой обработке приводило к изменению содержания основных элементов питания в почве. По мере интенсификации технологий выращивания содержание макроэлементов (азота, фосфора и калия) в почве увеличивалось, достигая наибольших значений при интенсивной технологии, то есть при высоком и естественном уровне почвенного плодородия, высокой дозе удобрений и интегрированной системе защиты растений от сорняков, вредителей и болезней (333 и 033).

Многие ученые занимались изучением агрохимических свойств и питательного режима почв Северного Кавказа / 2, 3, 4, 5, 6 /. По их данным, особенно большим изменениям, подвержено содержание в почве азота.

По нашим данным, в слое почвы 0-20 см после люцерны 1 года жизни, содержание минерального азота по вариантам опыта колебалось в пре-

делах от 11,2 до 19,3 мг/кг при среднем значении в опыте 14,9 мг/кг (таблица 3).

Таблица - Содержание минерального азота ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) в пахотном слое почвы (0-20 см) под посевами различных культур в зависимости от приемов выращивания, мг/кг

Способ основной обработки почвы	Плодородие почвы, удобрение, защита растений	люцерна 1 года жизни (2009-2011 гг.)	озимая пшеница сорта Юка, 2008-2009 с.-х.г.
Рекомендуемый (Д ₂)	000 (к)	11,2	35,8
	111	13,5	61,3
	222	15,7	64,9
	333	19,3	70,2

Перед посевом последующей культуры – озимой пшеницы, содержание минерального азота в слое почвы 0-20 см колебалось по вариантам опыта от 35,8 до 70,2 мг/кг при среднем значении в опыте – 58,1 мг/кг. То есть, азота после люцерны, к моменту посева озимой пшеницы накопилось 43,2 мг/кг или больше в 3,9 раза.

Таким образом, возделывание многолетних трав, и в частности люцерны в севооборотах позволяет не только биологизировать земледелие, улучшать структуру почв и повышать ее плодородие, но и снизить затраты на дорогостоящие азотные удобрения, производство которых наносит немалый вред природе, в отличие от азота люцерны, который не загрязняет окружающую среду и легко усваивается другими растениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНИЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Думачева Е.В. Роль оптимизации минерального питания в формировании кормовой ценности люцерны / Е.В. Думачева, И.К. Ткаченко // Кормопроизводство. – 2010. - № 5. – С. 23-25.

2. Завалин А.А. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская // *Агрохимия*. – 2012. - № 6. – С. 32-37.
3. Лукьянов С.А. Применение удобрений и плодородие почв степного Зауралья Башкортостана / С.А. Лукьянов // *Земледелие*. - 2009. - № 7. - С. 20-21.
4. Спиридонов А.М. Многолетние бобовые травы как источник биологического азота в земледелии / А.М. Спиридонов // *Земледелие*. – 2007. - № 3. – С. 14-15.
5. Тарасенко Б.И. Повышение плодородия почв Кубани.- Краснодар: Кн. изд-во, 1981.- 189 с.
6. Черкасов Г.Н. Плодородие чернозема типичного при минимализации основной обработки / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев // *Земледелие*. – 2012. - № 4. – С. 23-25.
7. Уваров Г.И. Изменения агрохимических свойств чернозема типичного при применении удобрений в длительном полевом опыте / Г.И. Уваров, А.П. Карабутов // *Агрохимия*. – 2012. - № 4. – С. 14-20.

REFERENCES

1. Dumacheva E.V. Rol' optimizacii mineral'nogo pitaniya v formirovanii kormovoj cennosti ljucerny / E.V. Dumacheva, I.K. Tkachenko // *Kormoproizvodstvo*. – 2010. - № 5. – S. 23-25.
2. Zavalin A.A. Vklad biologicheskogo azota bobovyh kul'tur v azotnyj balans zemledelija Rossii / A.A. Zavalin, G.G. Blagoveshhenskaja // *Agrohimiya*. – 2012. - № 6. – S. 32-37.
3. Luk'janov S.A. Primenenie udobrenij i plodorodie pochv stepnogo Zaural'ja Bashkortostana / S.A. Luk'janov // *Zemledelie*. - 2009. - № 7. - S. 20-21.
4. Spiridonov A.M. Mnogoletnie bobovye travy kak istochnik biologicheskogo azota v zemledelii / A.M. Spiridonov // *Zemledelie*. – 2007. - № 3. – S. 14-15.
5. Tarasenko B.I. Povыshenie plodorodija pochv Kubani.- Krasnodar: Kn. izd-vo, 1981.- 189 s.
6. Cherkasov G.N. Plodorodie chernozema tipichnogo pri minimalizacii osnovnoj obrabotki / G.N. Cherkasov, E.V. Dubovik, D.V. Dubovik, S.I. Kazancev // *Zemlede-lie*. – 2012. - № 4. – S. 23-25.
7. Uvarov G.I. Izmeneniya agrohimicheskikh svojstv chernozema tipichnogo pri primenenii udobrenij v dlitel'nom polevom opyte / G.I. Uvarov, A.P. Karabutov // *Agrohimi-ja*. – 2012. - № 4. – S. 14-20.