

УДК 633.31:620.95(470.620)

UDC 633.31:620.95(470.620)

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ РАЗНЫХ ЛЕТ ЖИЗНИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**BIOENERGY EFFICIENCY OF CULTIVATION OF ALFALFA IN DIFFERENT YEARS OF LIFE IN THE CENTRAL ZONE KRASNODAR REGION**

Попондопуло Алексей Станиславович  
аспирант кафедры растениеводства КубГАУ

Popondopulo Alexei Stanislavovich  
postgraduate student of the Chair of plant growing of Kuban state agrarian University

*КФХ «Ближнее» Ленинградского района, Россия, главный агроном  
Краснодарский край, Ленинградский район, хутор Реконструктор, переулок Ближний 2*

*Blizhnee farm, Leningrad district, Russia, chief agronomist  
Krasnodar Krai, Leningrad district, Khutor Reconstructor, Blizhniy 2*

В статье представлена биоэнергетическая эффективность возделывания люцерны 2 и 3 года жизни при различных технологиях выращивания и способах основной обработки почвы

The article presents the bioenergetic efficiency of cultivation of alfalfa of 2 and 3 years of life at various technologies and methods of cultivation of primary tillage

Ключевые слова: ЛЮЦЕРНА, ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ, БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ, СПОСОБ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: LUCERNE, TECHNOLOGY OF GROWING, BIOENERGY EFFICIENCY, SOIL FERTILITY, MAIN WAY TILLAGE, CROP YIELD

Острота топливно-энергетической проблемы обуславливает необходимость рационального потребления энергии во всем народном хозяйстве. Решению этой задачи в сельском хозяйстве может способствовать биоэнергетическая оценка технологий производства продукции, позволяющая выбрать наиболее эффективные, ресурсосберегающие технологии, отдельные технологические приемы / 1 /.

Энергетический анализ технологий возделывания сельскохозяйственных культур направлен на определение рациональных приемов использования ресурсов. Известные методы энергетического анализа основаны на сопоставлении энергии, затраченной на производство сельхозпродукции и получаемой с урожаем. Анализ структуры энергетических потоков в агроценозах показал, что основными компонентами энергетических расходов в земледелии, определяющими величину совокупного расхода энергии являются расходы на металл машин, горюче-смазочные материалы, удобрения, пестициды, семена и трудовые ресурсы. При этом, на долю

средств химизации приходится свыше половины всей потребляемой энергии. Так, доля энергетического потока на удобрения в мире составляет 45-57 %, а на топливо - 19-29 %. При этом, энергоемкость различных видов удобрений определяется затратами на производство, упаковку, транспортировку и оценивается в расчете на 1 га действующего вещества следующим количеством энергии в МДж: азотные – 86,6; фосфорные – 12,6; калийные – 8,3; комплексные – 51,5 и навоз – 0,42 / 1, 2, 3 /. Применение неоправданно больших доз удобрений не всегда сопровождается ростом урожайности сельхозкультур, а вот загрязнение окружающей среды и рост энергозатрат наблюдаются. Поэтому необходимо разработать и рассмотреть технологии, когда при сохранении достаточно высокой продуктивности определяются границы рациональных энергозатрат и учитываются экологические аспекты.

В нашем опыте затраты совокупной энергии определялись на основе технологических карт возделывания люцерны на зеленую массу с помощью энергетических эквивалентов используемых ресурсов. При расчете валовой энергии, накопленной в урожае, использовали данные по содержанию энергии в основной продукции.

Опытное поле, на котором проводились наши исследования, расположено на территории учхоза «Кубань», принадлежащего Кубанскому государственному аграрному университету.

Рельеф опытного поля – равнинный. Почвы представлены черноземом выщелоченным сверхмощным легкоглинистым со средней мощностью гумусового горизонта – 147 сантиметров. Механический состав – легкоглинистый. Почвообразующими породами послужили лессовидные тяжелые суглинки с реакцией водной среды от 6,5 до 8,2.

Центральная зона Краснодарского края, где проводились наши исследования, по температурному режиму и условиям увлажнения характе-

ризуется умеренно-континентальным, умеренно-влажным и теплым климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,0 – 10,8<sup>0</sup>С, а наиболее холодного месяца января – 1,5 – 3,5<sup>0</sup>С. Продолжительность безморозного периода составляет 175 – 225 дней.

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.

Наша работа является частью научно-исследовательской работы, проводимой в длительном стационарном опыте, заложенном в КубГАУ в 1991 году. 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.

Кодирование вариантов проведено по специальной символике, в которой в условных единицах обозначены первой цифрой – уровень почвенного плодородия (0 – исходный; 1 – средний; 2 – повышенный; 3 – высокий), второй – норма удобрения (0 – без удобрений; 1 – минимальная; 2 – средняя; 3 – высокая), третьей – система защиты растений (0 – без применения средств защиты растений; 1 – биологическая защита от вредителей и болезней; 2 – химическая защита от сорняков; 3 – интегрированная защита от сорняков, вредителей и болезней).

Уровень плодородия (фактор А) создавался в 1991 году (1я ротация севооборота) и в 2003 году (2я ротация севооборота) путем последовательного внесения возрастающих доз органических удобрений (полуперепревшего навоза КРС) и фосфора на основе существующих нормативных пока-

зателей по плодородию почвы, внесением в почву при:  $A_1$ -200 кг/га  $P_2O_5$  и 200 т/га подстилочного навоза; при  $A_2$  - дозы удваиваются; при  $A_3$  - утраиваются.

Исследуемые факторы и их рубрикация представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант опыта	Уровень плодородия (А)	Система удобрения (В)	Система защиты растений (С)
<b>Опыт 1.</b> Продуктивность люцерны в зависимости от приемов выращивания при безотвальной основной обработке почвы			
000 (к)	исходный фон плодородия ( $A_0$ )	без удобрений ( $B_0$ )	без средств защиты растений ( $C_0$ )
111	средний фон плодородия (200 т/га навоза + 200 кг/га $P_2O_5$ ; $A_1$ )	минимальная доза ( $B_1$ ) 1 год жизни – $N_{20}P_{50}K_{50}$ 2 год жизни – $N_{15}P_{15}K_{15}$ 3 год жизни – $N_{15}P_{15}K_{15}$	биологическая система защиты растений (биопрепараты; $C_1$ )
222	повышенный фон плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га $P_2O_5$ ; $A_2$ )	средняя доза ( $B_2$ ): 1 год жизни – $N_{40}P_{100}K_{100}$ 2 год жизни – $N_{30}P_{30}K_{30}$ 3 год жизни – $N_{30}P_{30}K_{30}$	химическая система защиты растений от сорняков ( $C_2$ )
333	высокий фон плодородия (600 т/га навоза + 600 кг/га $P_2O_5$ ; $A_3$ )	высокая доза ( $B_3$ ) 1 год жизни – $N_{80}P_{200}K_{200}$ 2 год жизни – $N_{60}P_{60}K_{60}$ 3 год жизни – $N_{60}P_{60}K_{60}$	интегрированная система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней ( $C_3$ )
<b>Опыт 2.</b> Продуктивность люцерны в зависимости от приемов выращивания при прямом посеве			
000 (к)	исходный фон плодородия ( $A_0$ )	без удобрений ( $B_0$ )	без средств защиты растений ( $C_0$ )
011	исходный фон плодородия ( $A_0$ )	минимальная доза ( $B_1$ ) 1 год жизни – $N_{20}P_{50}K_{50}$ 2 год жизни – $N_{15}P_{15}K_{15}$ 3 год жизни – $N_{15}P_{15}K_{15}$	биологическая система защиты растений (биопрепараты; $C_1$ )
022	исходный фон плодородия ( $A_0$ )	средняя доза ( $B_2$ ): 1 год жизни – $N_{40}P_{100}K_{100}$ 2 год жизни – $N_{30}P_{30}K_{30}$ 3 год жизни – $N_{30}P_{30}K_{30}$	химическая система защиты растений от сорняков ( $C_2$ )
033	исходный фон плодородия ( $A_0$ )	высокая доза ( $B_3$ ) 1 год жизни – $N_{80}P_{200}K_{200}$ 2 год жизни – $N_{60}P_{60}K_{60}$ 3 год жизни – $N_{60}P_{60}K_{60}$	интегрированная система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней ( $C_3$ )

В опыте 1 - исследования проводились на фоне безотвальной основной обработки почвы (фактор Д), которая была следующей:

- состояла из трех дисковых лущений (ДТ-75М+БДТ-3) послойно на глубину до 10-12 см и рыхления плоскорезом КПП-250 в агрегате с трактором ДТ-75 на глубину 30-32 см.

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.

При описании результатов исследований приняты условные названия технологий выращивания: 000 - экстенсивная; 111 - беспестицидная; 222 - экологически допустимая; 333 - интенсивная. В качестве контроля служил вариант 000.

Общая площадь делянки - 4,2 м x 25 м = 105 м<sup>2</sup>, учетная – 2,0 м x 17 м = 34 м<sup>2</sup>. Повторность опыта - трехкратная.

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

После уборки озимой пшеницы на всех вариантах опыта проводили двукратное дискование на глубину 8-10 и 10-12 см агрегатом МТЗ-80+БДТ-3.

Под основную обработку почвы вносили минеральные удобрения (нитроаммофоска) вручную, в нормах согласно схемы опыта с последующей заделкой их в почву дисковой бороной.

На вариантах, где предусмотрена химическая и интегрированная система защиты растений от сорняков (С<sub>2</sub> и С<sub>3</sub>) в фазу кущения ярового ячменя вносился системный гербицид базагран в дозе 1,5 л/га с расходом рабочего раствора 200 л/га агрегатом МТЗ-80+RAU.

Уборка урожая люцерны проводилась со всей учетной площади каждой делянки комбайном HEGE 212 (Австрия).

Наибольшая урожайность люцерны получена во второй год жизни (в среднем по опыту 461,2 ц/га в сумме за 4 укоса при безотвальной обработке почвы и 270,2 ц/га при нулевой обработке почвы, то есть в 1,71 раза меньше), что и определило наибольший выход энергии с 1 га – в среднем по вариантам опыта соответственно обработкам почвы 175,2 и 102,7 ГДж, ее приращение – 154,5 и 89,7 ГДж и коэффициент чистой эффективности – 7,69 и 7,40. Однако, при этом получены наибольшие затраты совокупной энергии на 1 га – 20,7 и 13,0 ГДж и наибольший расход жидкого топлива – 84,8 и 47,2 кг/га. Выращивая люцерну 3 года жизни в сумме за два укоса получена урожайность зеленой массы при безотвальной обработке почвы в среднем по вариантам опыта – 439,4 ц/га, при нулевой обработке почвы – 225,0 ц/га, что меньше, чем во второй год жизни соответственно на 5 % и 20 %. Выход энергии с 1 га на третий год жизни соответственно обработкам почвы был меньше на 8,2-17,2 ГДж (5-20 %), приращение энергии – на 7,6-15,5 ГДж (5-21 %), коэффициент чистой эффективности – на 0,19-0,40 (3-6 %). При этом, затраты совокупной энергии при выращивании люцерны 3 года жизни были ниже, чем во второй год жизни на 0,6-1,7 ГДж (3-15%), расход жидкого топлива – на 2,0-7,6 кг/га или 2-19 % (таблицы 1, 2).

В среднем за 2010-2011 гг. минимальные затраты совокупной энергии по люцерне 2 года жизни были на варианте экстенсивной технологии и составили при безотвальной обработке почвы – 13,9 ГДж. Интенсификация приемов возделывания люцерны на вариантах 111, 222 и 333 увеличивала затраты совокупной энергии на 5,3-12,6 ГДж (38-91 %), по сравнению с контролем.

Наибольшее приращение энергии было отмечено на вариантах 222 и 333 и составило соответственно 165,5 и 176,3 ГДж. Наименьшим этот показатель был на варианте 000 и составил 128,9 ГДж, что на 36,6-47,4 ГДж (28-37 %) меньше, чем на вариантах 222 и 333.

Таблица 1 - Биоэнергетическая оценка посевов люцерны 2 года жизни в зависимости от приемов ее возделывания, 2010-2011 гг.

Показатель	Способ основной обработки почвы							
	Д <sub>1</sub> - безотвальный				Д <sub>0</sub> - нулевой			
	000	111	222	333	000 (к)	011	022	033
Получение с 1 га, ц: - зеленой массы	375,8	438,5	496,5	533,8	183,0	228,3	311,4	357,9
Выход энергии с 1 га, ГДж, всего:	142,8	166,6	188,7	202,8	69,5	86,8	118,3	136,0
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	13,9	19,2	23,2	26,5	6,7	10,5	15,5	19,2
Приращение энергии, ГДж	128,9	147,4	165,5	176,3	62,8	76,3	102,8	116,8
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	10,30	8,68	8,13	7,65	10,4	8,3	7,6	7,1
Коэффициент чистой эффективности	9,30	7,68	7,13	6,65	9,4	7,3	6,6	6,1
Затраты труда, чел.-ч на 1 га	9,6	11,5	12,9	13,8	4,4	5,8	7,9	9,1
Расход жидкого топлива, кг на 1 га	63,7	83,2	93,0	99,4	31,0	40,6	54,7	62,6

Таблица 2 - Биоэнергетическая оценка посевов люцерны 3 года жизни в зависимости от приемов ее возделывания, 2012 г.

Показатель	Способ основной обработки почвы							
	Д <sub>1</sub> - безотвальный				Д <sub>0</sub> - нулевой			
	000	111	222	333	000 (к)	011	022	033
Получение с 1 га, ц: - зеленой массы	375,1	431,0	468,6	482,8	166,8	194,7	257,4	280,9
Выход энергии с 1 га, ГДж, всего:	142,5	163,8	178,1	183,5	63,4	74,0	97,8	106,7
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	14,7	18,9	22,2	24,6	6,2	9,3	13,5	16,3
Приращение энергии, ГДж	127,8	144,9	155,9	158,9	57,2	64,7	84,3	90,4
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	9,7	8,7	8,0	7,5	10,2	8,0	7,2	6,5
Коэффициент чистой эффективности	8,7	7,7	7,0	6,5	9,2	7,0	6,2	5,5
Затраты труда, чел.-ч на 1 га	9,7	11,3	12,2	12,6	4,0	5,0	6,5	7,1
Расход жидкого топлива, кг на 1 га	70,6	81,9	88,3	90,2	28,3	34,9	45,5	49,6



Максимальным коэффициент чистой эффективности был при экстенсивной технологии (000), за счет меньших затрат совокупной энергии и составил при безотвальной обработке почвы 9,30. Интенсификация приемов возделывания люцерны 2 года жизни на вариантах 111, 222 и 333 способствовала уменьшению этого показателя, особенно при интенсивной технологии возделывания (333), где он составил – 6,65, то есть был на 40 % меньше. На вариантах 111 и 222 он снижался на 21-30 % соответственно.

Затраты труда (чел.-ч) и расход топлива на 1 га были больше на вариантах с химической и интегрированной системой защиты растений от сорняков, вредителей и болезней (222 и 333). Превышение над контролем по данным вариантам опыта в среднем при безотвальной обработке почвы составило соответственно 3,3-4,2 чел.-ч (34-44 %) и 29,3-35,7 кг (46-56 %).

Применение высоких доз удобрений и интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней на варианте 333 (интенсивная технология), хотя и обеспечивало рост урожайности зеленой массы люцерны (на 158,0 ц/га или 42 %), однако затраты совокупной энергии по сравнению с контролем увеличивались при безотвальной обработке почвы на 91 %, расход жидкого топлива – на 56%, затраты труда – на 44%, а коэффициент чистой эффективности снижался с 9,30 до 6,65 или на 40 %.

Энергоемкость технологий выращивания люцерны 2 года жизни при нулевой обработке почвы показала, что биоэнергетические показатели здесь ниже, чем при выращивании ее на фоне безотвальной обработки почвы. Так, выход и приращение энергии при нулевой обработке почвы в среднем по вариантам составили 102,7 и 89,7 ГДж, что соответственно ниже на 72,5-64,8 ГДж (71-72 %). Также, затраты совокупной энергии, труда и расход жидкого топлива были ниже при нулевой обработке соответственно на 59 %, 76 % и 80 %, чем при безотвальной обработке почвы.

Если рассматривать биоэнергетические показатели в зависимости от изучаемых агроприемов, то следует отметить, что при нулевой обработке

почвы сохранилась такая же зависимость, что и при безотвальной обработке почвы. Так, затраты совокупной энергии, труда и расход жидкого топлива, по мере интенсификации технологий возделывания от 011 до 033 увеличивались соответственно на 3,8-12,5 ГДж (57-187 %); 1,4-4,7 чел.-ч (32-107 %) и 9,6-31,6 кг/га (31-102 %), по сравнению с контролем. По мере интенсификации технологии возделывания снижался коэффициент чистой эффективности, по сравнению с контролем на 29-54 %.

Однако, несмотря на то, что на контроле (000) получены наилучшие биоэнергетические показатели, урожайность зеленой массы люцерны 2 года жизни здесь составила всего 183,0 ц/га, что на 25-96 % или в 1,2-2,0 раза ниже, чем на удобренных вариантах (от 011 к 033).

Применение высоких доз удобрений и интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней на варианте 033, хотя и обеспечивало рост урожайности зеленой массы люцерны до 357,9 ц/га (на 174,9 ц/га или 96 %), однако затраты совокупной энергии по сравнению с контролем увеличивались в 2,9 раза, расход жидкого топлива – в 2,02 раза, а коэффициент чистой эффективности снижался с 9,4 до 6,1 или в 1,5 раза.

Аналогичная тенденция отмечена и по люцерне 3 года жизни. Минимальные затраты совокупной энергии по люцерне 3 года жизни были на варианте экстенсивной технологии и составили по безотвальной обработке почвы – 14,7 ГДж. Интенсификация приемов возделывания люцерны на вариантах 111, 222 и 333 увеличивала затраты совокупной энергии на 4,2-9,9 ГДж (29-67 %), по сравнению с контролем.

Наибольшее приращение энергии было отмечено на варианте 333 и составило по безотвальной обработке почвы 158,9 ГДж. Наименьшим этот показатель был на варианте 000 и составил 127,8 ГДж, что на 31,1 ГДж (24%) меньше.

Максимальным коэффициентом чистой эффективности был при экстенсивной технологии и равнялся при безотвальной обработке почвы 8,70.

Интенсификация приемов возделывания на вариантах 111, 222 и 333 способствовала уменьшению этого показателя на 13-34 %.

Затраты труда и расход топлива на 1 га были больше на вариантах 222 и 333. Превышение над контролем по данным вариантам опыта составило соответственно 2,5-3,4 чел.-ч (26-35 %) и 17,7-19,6 кг (25-28 %).

Использование интенсивной технологии выращивания на варианте 333, хотя и обеспечивало рост урожайности зеленой массы люцерны (на 107,7 ц/га или 29 %), однако затраты совокупной энергии по сравнению с контролем увеличивались при безотвальной обработке почвы на 67 %, труда – на 35 %, расход жидкого топлива – на 28 %, а коэффициент чистой эффективности снижался на 34 %.

При нулевой обработке почвы, выход и приращение энергии в среднем по вариантам составили 85,5 и 74,2 ГДж, что соответственно на 84,4-75,2 ГДж (99-101 %) ниже, чем при безотвальной обработке почвы. Также, затраты совокупной энергии, затраты труда и расход жидкого топлива были ниже при нулевой обработке соответственно на 81 %, 105 % и 113 %.

При нулевой обработке почвы затраты совокупной энергии, труда и расход жидкого топлива, по мере интенсификации технологий возделывания от 011 до 033 увеличивались соответственно на 3,1-10,1 ГДж (50-163%); 1,0-3,1 чел.-ч (25-78 %) и 6,6-21,3 кг/га (23-75 %), по сравнению с контролем. Вместе с тем, по мере интенсификации технологии возделывания снижался коэффициент чистой эффективности, по сравнению с контролем на 31-67 %.

Однако, следует отметить, что несмотря на то, что на контроле (000) получены наилучшие биоэнергетические показатели, урожайность зеленой массы люцерны 3 года жизни здесь составила всего 166,8 ц/га, что на 17-68% или в 1,2-1,7 раза ниже, чем на удобренных вариантах (от 011 к 033).

Применение интенсивной технологии на варианте 033, хотя и обеспечивало рост урожайности зеленой массы люцерны до 280,9 ц/га (на

114,1ц/га или 68%), однако затраты совокупной энергии по сравнению с контролем увеличивались в 2,6 раза, расход жидкого топлива – в 1,8 раза, а коэффициент чистой эффективности снижался с 9,2 до 5,5 или в 1,7 раза.

С точки зрения биоэнергетической эффективности целесообразно выделить вариант 111 при безотвальной основной обработке почвы. Коэффициент чистой эффективности здесь составил 7,68 (2 год жизни) и 7,70 (3 год жизни). Выход энергии на этом варианте составлял соответственно годам жизни – 166,6 и 163,8 ГДж. Заслуживает быть отмеченным и вариант 222, где получено высокое приращение энергии (165,5 и 155,9 ГДж), правда при более низком коэффициенте чистой эффективности (7,13 и 7,70). При этом, урожайность зеленой массы соответственно годам жизни равнялась: 438,5-496,5 ц/га и 431,0-468,6 ц/га.

При нулевой обработке почвы, биоэнергетически целесообразно выращивать люцерну на вариантах 011 и 022, которые занимают промежуточное положение между контролем (000) и вариантом 033. Здесь получено высокое приращение энергии – 76,3-102,8 ГДж (2 год жизни); 64,7-84,3 ГДж (3 год жизни), коэффициент чистой эффективности составил соответственно годам жизни люцерны: 7,3-6,6 и 7,0-6,2, при урожайности зеленой массы 228,3-311,4 ц/га (2 год) и 194,7-257,4 ц/га (3 год жизни).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биоэнергетическая оценка агротехнических приемов и ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / Кубан. ГАУ. - Краснодар, 1995. - 65 с.
2. Глущенко, Д.П. Биоэнергетическая оценка производства полевых культур / Д.П. Глущенко // Зерновые культуры. - 1997. - № 1. - С. 14-16.
3. Клочков, А.В. Энергетическая эффективность удобрений / А.В. Клочков, О.С. Клочкова // Агрохимия. - 1995. - № 11. - С. 76-79.

#### REFERENCES

1. Biojenergetičeskaja ocenka agrotehničkih priemov i resursosberegajushhih tehnologij v rastenievodstve / Kuban. GAU. - Krasnodar, 1995. - 65 s.
2. Glushhenko, D.P. Biojenergetičeskaja ocenka proizvodstva polevyh kul'tur / D.P. Glushhenko // Zernovye kul'tury. - 1997. - № 1. - S. 14-16.
3. Klochkov, A.V. Jenergetičeskaja jeffektivnost' udobrenij / A.V. Klochkov, O.S. Klochkova // Agrohimiya. - 1995. - № 11. - S. 76-79.