

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ
ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА**

П.Ф. Тиво, доктор сельскохозяйственных наук

Л.А. Саскеевич, старший научный сотрудник

С.М. Крутько, научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: холмистый рельеф, севооборот, кукуруза, люцерна, продуктивность, химический состав растений, макро- и микроэлементы, кадмий

Введение

Основу контурно-мелиоративного земледелия составляет севооборот или система севооборотов, вводимых на основе детальной контурной оценки земель. Поэтому при разработке современной системы биологизированной адаптивной системы земледелия в условиях холмистого рельефа Поозерья необходимо уделять особое внимание изучению эффективности размещения культур в севообороте с учетом водного режима, характера почвенного покрова, плодородия почвы при мелиоративном устройстве территории по сравнению с традиционным площадным посевом культур без учета природных особенностей агроландшафтов.

Вместе с тем применительно к осушенным землям Поозерья недостаточно разработаны адаптивно-ландшафтные технологии окультуривания и использования сельскохозяйственных земель с учетом водного режима, рельефа и других факторов. То же касается и адаптивных севооборотов. Вследствие этого не обеспечивается получение высоких и устойчивых урожаев с заданным качеством растениеводческой продукции, а также во многих случаях наблюдаются отрицательные экологические последствия в результате поверхностного стока и загрязнения природных вод. При этом ухудшается и деградирует основной компонент агроландшафта – почва, особенно при нарушении оптимального соотношения между пропашными культурами и многолетними травами.

Стратегия адаптивной интенсификации земледелия, по мнению А. А. Жученко [1], подчеркивает важность применения техногенных средств, ориентирует одновременно и на необходимость более полного использования «даровых сил природы» за счет биологизации в агросистемах. На этой основе можно повысить продуктивность почв и улучшить качество урожая возделываемых культур. Однако применительно к осушенным минеральным землям с холмистым рельефом это недостаточно изучено, чем и вызвано наше внимание к данной проблеме.

Методика и условия проведения исследований

Закладка полевого опыта по изучению продуктивности севооборотов при адаптив-

ном размещении культур на Витебской опытно-мелиоративной станции (ВОМС) начата осенью 2001 г. Для этого подобран участок с уклоном 3,0-3,5°, длиной 150 м, расположенный юго-западнее деревни Запрудье в Сенненском районе. Проведено его обследование, сделаны почвенные разрезы на вершине, середине, внизу и в подножье склона. Отобраны образцы и выполнен анализ их гранулометрического и валового состава, определены общепринятыми методами удельная масса, рН в КС1 и содержание подвижных форм основных элементов питания в пахотном и подпахотном слоях почвы. При этом содержание фосфора (по Кирсанову) в пахотном слое изменялось от 152 мг/кг в верхней части склона до 48 мг в подножье. Величина рН солевой вытяжки находилась в пределах 6,3-6,5, гидролитическая кислотность – 0,92-1,25 смоль(+)/кг, сумма поглощенных оснований – 10,2-29,7 смоль(+)/кг почвы. Содержание гумуса изменялось от 1,7% (верх склона) до 2,56 (низ склона) и 7,0% (подножье).

В определенной связи с наличием органического вещества в пахотном слое находилось и содержание общего азота. Так, на верхней и средней частях склона оно составляло соответственно 0,38 и 0,30, а в подножье – 0,60%. Примерно такая же закономерность прослеживалась и в отношении валового фосфора. Дерново-глеевая почва (подножье) отличалась также и максимальным накоплением оксидов железа: 1,64% против 0,93-1,34% в других вариантах полевого опыта. Кроме того, она характеризовалась максимальным количеством кальция и магния, чего нельзя сказать о калии.

Дозы минеральных удобрений в полевом опыте были следующими: под зерновые – $N_{90(60+30)}P_{60}K_{90}$, многолетние злаковые травы – $N_{120(60+60)}P_{60}K_{120(60+60)}$, люцерну – $P_{60}K_{120(60+60)}$, кукурузу – $N_{140(70+70)}P_{60}K_{120}$. Первая цифра в скобках означает количество азота или калия, вносимых в основную заправку почвы или под первый укос трав; вторая и третья – дозы удобрений, применяемых в подкормку. Кроме того, на вершине склона под кукурузу запаханы зеленые удобрения (30 т/га). На середине склона в 2006 г. внесен навоз (60 т/га) и в 2007 г. она повторно возделывалась. Причем доза азота под зерновые культуры снижалась в подножье склона на 30% относительно его вершины, что обусловлено различием здесь плодородия почв. Примерно столько же вносилось NPK и в первые годы проведения опытов. В качестве минеральных удобрений использовались карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

На основании выполненных анализов установлено, что на вершине склона располагалась слабосмытая дерново-подзолистая супесчаная почва, подстилаемая с глубины около 0,5 м суглинком с прослойками мелкозернистого песка. На середине склона – почва слабосмытая дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая, подстилаемая около 0,5 м моренным средним суглинком с прослойками мелкозернистого песка. Внизу склона – почва осушенная дерново-подзолистая глееватая намытая супесчаная, подстилаемая супесью с глубины примерно 0,5 м. В подножье склона – почва дерново-глеевая намытая связносупесчаная, подстилаемая с глубины 0,3 м мелкозернистым песком. В целом

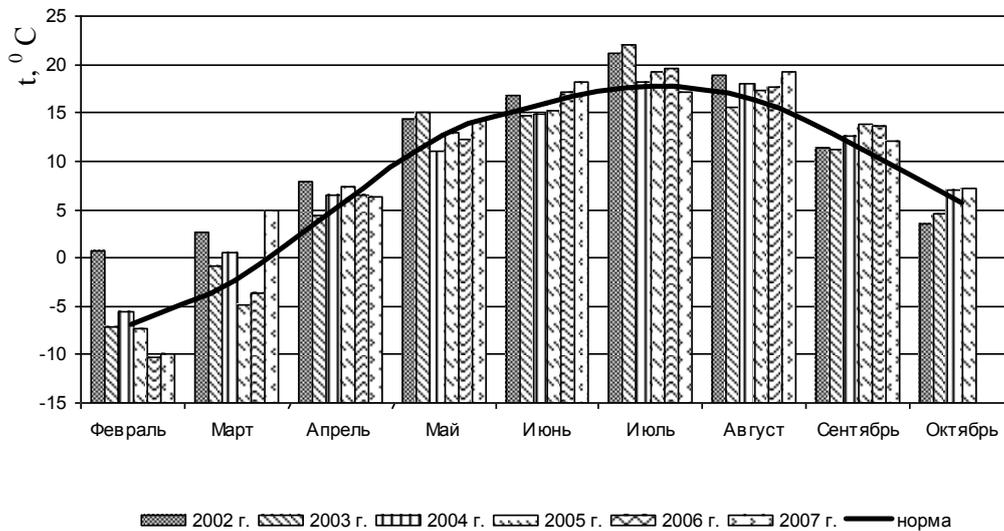


Рис. 1. Среднемесячная температура по данным Сенненской метеостанции

можно сказать, что почва на большей части опытного участка представляет собой своеобразный «слоеный пирог», где супесь чередуется с опесчаненным суглинком.

Внизу и в подножье склона заложен гончарный дренаж с расстоянием между дренажами 13 м. На вершине и середине склона в 2006 г. выполнено рыхление поперек склона на глубину 0,6 м с целью влагонакопления и снижения интенсивности водной эрозии.

Схема размещения сельскохозяйственных культур по годам исследований приведена в табл. 1. Из нее следует, что в отличие от контрольного севооборота, где, например, высевалась одна и та же культура на всех элементах рельефа, в экспериментальных севооборотах, это, как правило, исключалось, особенно на верхней и средней частях склона.

Метеорологические условия вегетационных периодов характеризовались данными (рис.1, 2), которые показывают, что существенно превышалась норма выпадения атмосферных осадков в августе 2006 г. Это, в свою очередь, затрудняло уборку урожая.

Результаты исследований

В среднем за 6 лет в лучшую сторону по сбору кормовых единиц выделился севооборот 2 (табл. 2). Состояние водного, пищевого и теплового режимов почвы во время роста и развития растений сказались на продуктивности сельскохозяйственных культур. Так, в контрольном севообороте урожай зерна ячменя на вершине склона составил 42,7 ц/га. На более низких элементах рельефа он повысился и достиг внизу склона 64,4 и в подножье – 83,5 ц/га, что, соответственно, выше на 50,9 и 95,6%. Такая же закономерность наблюдается и по продуктивности овса, где за счет лучшей осеменности

Таблица 1. Размещение сельскохозяйственных культур в полях севооборотов в опыте по контурно-мелиоративному земледелию на Витебской опытно-мелиоративной станции

Год	Севооборот контрольный			Севооборот 1, верх склона			Севооборот 2, средняя часть склона			Севооборот 3, низ склона			Севооборот 4, подножье		
	I поле	II поле	III поле	I поле	II поле	III поле	I поле	II поле	III поле	I поле	II поле	III поле	I поле	II поле	III поле
2002	овс	яч	от	овс	яч	от	овс	яч	от	овс	яч	яч	овс	от	яч
2003	оз з/к+ рм	овс	оз	яч+к	овс	яч	яч	овс	оз	яч	овс	з/б	от+	овс	от
2004	оз	оз з/к+ рм	овс	к	яч+к	овс	от+	яч	овс	от+к	кук	овс	мн.т	от+	овс
2005	кс	оз	оз з/к рм	яч	к	яч+к	мн.т	кс	яч	кт	от+кт	кук	мн.т	мн.т	от+
2006	яч	рм з/к	оз	оз з/к	яч	к	мн.т	от.+ люц	кук	кт	от+кт	от+к	мн.т	мн.т	мн.т
2007	от+кт	яч	овс	кук	оз + к	яч	овс	люц	кук	кт	кт	кт	мн.т	мн.т	мн.т

Обозначения: овс – овес, оз з/к – озимая рожь на зеленый корм, оз – озимая рожь на зерно, яч+кт – ячмень на зерно, яч+кт – ячмень с подсевом клевера с тимофеевкой, кт – клеверо-тимофеечная смесь, яч+к – ячмень + клевер, оз+к – озимая рожь + клевер, от+люц – однолетние травы + люцерна, з/б – зернобобовые, мн.т – смесь многолетних трав, кук – кукуруза, от – однолетние травы, кс – кормовая свекла, рм – редька масличная.

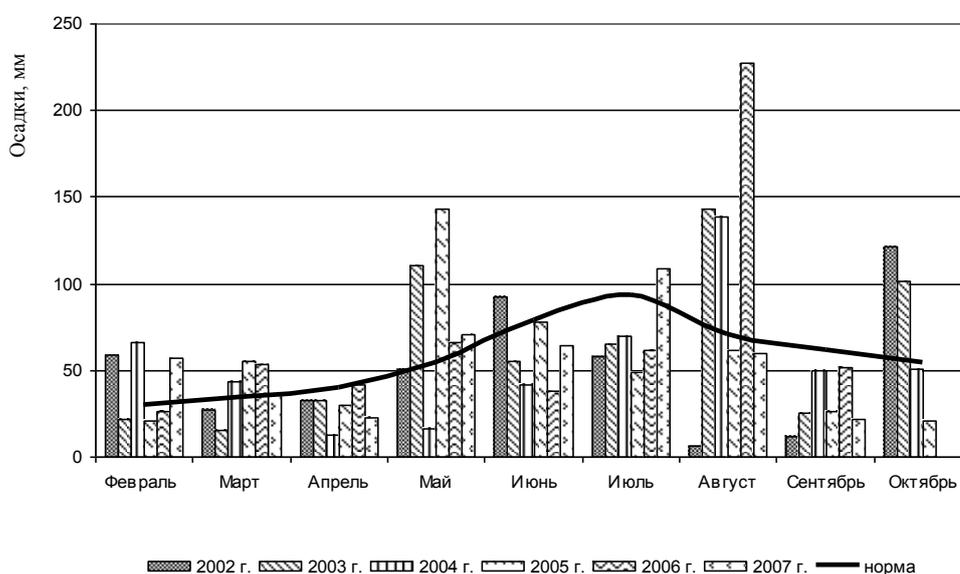


Рис.2. Среднемесячное количество осадков по данным Сенненской метеостанции

Таблица 2. Продуктивность севооборотов, ц/га (ВОМС, 2002-2007)

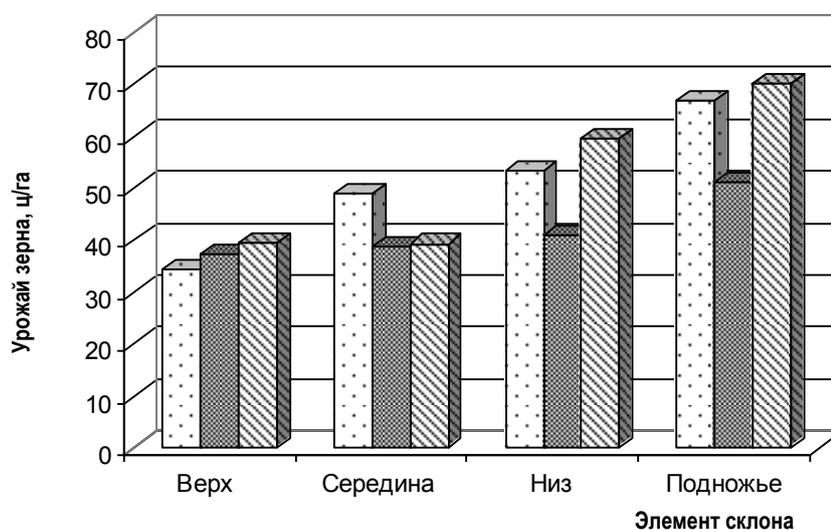
Севооборот	Урожайность сухой массы	Сбор корм. ед.	Выход сырого протеина
Контрольный	84,3	64,9	8,4
	76,6*	60,2	7,6
Экспериментальный			
1	75,8	64,7	7,5
	94,5	80,8	9,0
2	88,7	75,0	8,5
	107,8	93,1	11,3
3	72,6	59,4	7,8
	54,8	36,0	5,8
4	75,0	51,8	6,9
	63,0	38,9	5,3

* В числителе продуктивность за 2002-2007 гг., в знаменателе – за 2006-2007 гг.

метелки на нижних элементах склона урожай зерна превысил продуктивность его на вершине на 40,9 и 51,1%. Аналогичная картина была и в отношении озимой ржи (рис. 3).

В первом экспериментальном севообороте продуктивность зеленой массы кукурузы в 2007 г. составила 975 ц/га, сбор сухого вещества – 242, выход кормовых единиц 225 и сырого протеина 18,4 ц/га, а на середине склона, соответственно, 1057 ц/га, 259, 241 и 19,1 ц/га.

Высокий урожай дала люцерна во втором севообороте, где в среднем за три укоса собрано с гектара 122,5 ц сухого вещества, 97,6 ц к. ед. и 20,7 ц сырого протеина.



□ оз рожь 2006 г.; ■ овес 2007 г.; ▨ ячмень средн. за 2006-2007 гг.

Рис. 3. Урожайность зерновых культур на склоновых землях ВОМС

Значительно ниже была продуктивность в опыте клеверо-тимофеечной смеси и злаковых многолетних трав. Так, в среднем внизу склона собрано 45,1 ц/га сухого вещества, а выход кормовых единиц с гектара составил всего лишь 26,2 ц/га. Несколько большей была продуктивность многолетних злаковых трав в четвертом экспериментальном севообороте в подножье склона, где почва отличалась повышенным содержанием гумуса. В среднем в 2007 г. в контрольном севообороте с каждого гектара получено 78,9 ц сухого вещества, 64,3 ц кормовых единиц и 7,5 ц сырого протеина. В первом экспериментальном севообороте собрано, соответственно, 138,2; 122,9 и 11,2 ц/га.

Еще более высокие показатели получены во втором севообороте, где выращивались люцерна и кукуруза. В лучшую сторону он выделялся также и в среднем за 2006-2007 гг.

Однако, отдавая предпочтение той или иной сельскохозяйственной культуре, следует, прежде всего, учитывать экономику. Например, себестоимость силоса из кукурузы при относительно низкой ее урожайности обходится значительно дороже кормов, заготовленных из люцерны (табл. 3). Недаром последнюю в многих странах называют «королевой» кормовых культур.

Хотя в 2007 г. более продуктивной оказалась кукуруза по сравнению с люцерной, все же их нельзя противопоставлять одну другой. Тем более, что они обе необходимы для создания прочной кормовой базы. Кроме того, в отличие от пропашных культур люцерна не требует применения азотных удобрений, обогащает почву органическим веще-

Таблица 3. Эффективность производства кормов, ВОМС

Показатель	2006 г.		2007 г.		2007 г.	
	Кукуруза				Люцерна	
	зеленый корм	силос	зеленый корм	силос	зеленая масса	сенаж
Выход кормовых единиц, ц/га	78,9	64,6	241,0	197,6	97,6	79,8
Выход протеина ц/га	8,7	7,1	19,7	16,2	20,7	16,9
Затраты, долл./га	466,1	589,4	609,2	780,0	242	216,4
Себестоимость 1 ц, \$:						
корм. ед.	5,9	9,1	2,5	3,9	2,5	2,7
протеина	53,6	83,0	30,9	48,1	11,7	12,8

ством и играет природоохранную роль на склоновых землях, ослабляя водную эрозию.

Наряду с этим люцерна обеспечивает получение высокобелкового корма. Не менее важно и то, что его производство обходится намного дешевле, чем кукурузного силоса. Особенно это проявилось в 2006 г., когда урожайность кукурузы в полевом опыте была относительно невысокой, хотя и в этом случае она оказалась выше, чем в среднем по республике.

Уступает кукуруза люцерне и другим многолетним травам также по сбору протеина с единицы посевной площади. То же касается и себестоимости, что отмечают и другие авторы [2,3]. Вместе с тем, при строгом соблюдении технологии возделывания кукуруза обеспечивает получение корма с высоким содержанием энергии, хотя и с низкой концентрацией белка. Его дефицит здесь должен устраняться за счет люцерны, клевера других бобовых культур или шротов. Сбалансирование по белку, безусловно, существенно удорожает рацион животных вследствие включения в него кукурузного силоса. Поэтому рекомендуется оптимизировать посевные площади под кукурузой в пользу многолетних бобовых трав, которые не только менее затратны [4], но и самым лучшим образом соответствуют физиологическим особенностям пищеварения жвачных животных [5]. Пример удачного сочетания этих культур можно найти в агрофирме «Снов» (Несвижский район), где на 2 га многолетних бобовых трав приходится 1 га кукурузы на силос [6]. С целью контроля качества урожая выполнены анализы химического состава растениеводческой продукции, полученной в опытах в 2006-2007 гг. (табл. 4).

Установлено, что содержание сырого протеина в сухом веществе зерна ячменя в среднем составляло 10,94%, в соломе – 1,75, многолетних бобовых травах – 12,69-16,93, тимофеевки луговой – 7,19-7,81 и кукурузе – 7,6%. Но в 2006 г. последняя имела несколько больше белка, тогда как ее урожайность не превышала 360 ц/га. Следовательно, произошло биологическое разбавление поглощенного азота растениями в

Таблица 4. Химический состав урожая сельскохозяйственных культур, % на сухое вещество

Культура	Элемент склона	Сырой протеин	Белок	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ	К	Р
2006 г., зерно									
Ячмень	Верх	9,82	9,46	1,97	3,15	2,35	82,71	0,54	0,36
	Середина	12,37	10,34	2,0	4,40	2,40	78,83	0,57	0,37
	Низ	10,60	9,92	1,97	2,80	2,20	12,43	0,52	0,31
	Подножье	10,94	9,98	1,91	4,45	2,00	80,70	0,55	0,36
В среднем		10,94	9,93	1,97	3,70	2,24	81,15	0,54	0,35
2006 г., солома									
Ячмень	Верх	1,88	1,44	1,51	54,00	4,52	38,09	1,93	0,02
	Середина	1,81	1,62	1,61	50,60	6,14	39,84	2,95	0,03
	Низ	1,62	1,50	1,76	51,90	4,32	40,40	1,78	0,05
	Подножье	1,69	1,56	1,45	49,50	4,02	43,34	1,64	0,02
В среднем		1,75	1,53	1,59	51,50	4,75	40,41	2,08	0,03
2007 г., кормовые культуры									
Тимофеевка луговая	Середина	7,19	6,25	1,70	35,00	4,58	51,53	1,68	0,23
Люцерна	То же	16,93	13,81	1,92	29,00	7,20	45,25	1,83	0,29
	»	7,60	6,19	1,58	24,50	5,60	61,32	1,65	0,26
Клевер луговой	Низ	12,69	11,25	1,86	32,00	6,84	46,61	1,69	0,28
	То же	7,81	6,44	2,18	34,90	5,13	49,98	1,77	0,24

большей массе в урожае 2007 г. Чтобы получить объективные данные в отношении кукурузы, необходимо подвергать химическому анализу (по отдельности) стебли, листья, початки и т.д., что позволит определить в ней средневзвешенное содержание питательных веществ с учетом структуры урожая.

Как известно, высокий уровень клетчатки неблагоприятно сказывается на качестве корма [7]. По нашим данным, меньшим ее количеством отличались клевер, особенно люцерна, которая скашивалась три раза за сезон.

Наряду с макроэлементами контролировалось и содержание микроэлементов в растениях. Установлено, что концентрация меди имела тенденцию к повышению в многолетних бобовых травах относительно злаковых (табл. 5).

Таблица 5. Содержание микроэлементов и кадмия в растениях, мг/кг сухой массы, ВОМС, 2007 г.

Элемент склона, возделываемая культура	Cu	Zn	Mn	Cd
Зерно				
Вершина (ячмень)	3,0	17,9	9,7	0,02
Нижняя часть	3,3	18,1	10,0	0,05
Подножье	2,7	16,2	11,1	0,06
Солома				
Вершина (ячмень)	4,5	7,6	7,1	0,16
Нижняя часть	2,3	5,1	12,5	0,08
Подножье	3,3	6,1	10,1	0,13
Зеленая масса				
Вершина (клевер луговой)	6,1	20,2	20,1	0,02
Нижняя часть (тимopheевка)	3,5	16,7	16,5	0,14

К тому же тимopheевка содержала ее значительно меньше зоотехнической нормы для высокопродуктивных коров, составляющей 13-15 мг/кг сухой массы рациона [8]. Следует иметь в виду и то обстоятельство, что за полгода хранения кормов концентрация меди снижается на 35-50%, цинка – 45-70, марганца – до 70%. Поэтому рекомендуется определять их химический состав не реже одного раза в месяц с целью корректировки рациона животных [9]. По исследованиям, проведенным в 62 хозяйствах Витебской области, в 15,7% случаев корма отличались дефицитом меди и цинка в 45,7% [10].

Контролировать необходимо и наличие тяжелых металлов в кормах. В связи с этим для них также введено понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК), которая не оказывает вредного влияния на здоровье животных и человека [11-13]. Особого внимания требуют такие опасные элементы, как кадмий, ртуть, свинец и др. Выборочные определения показали, что 6,3% кормов Витебской области загрязнено кадмием. В нашем случае содержание кадмия не превышало ПДК, если исходить из республиканских нормативов [14] и других источников [15]. Причем, в соломе ячменя, зеленой массе тимо-

феевки луговой он накапливался в большей степени, чем в зерне. Примерно то же имело место и в полевых опытах, проведенных в ближнем зарубежье [16].

Проявилась тенденция повышения содержания кадмия в зерне ячменя, возделываемого на нижних элементах рельефа, по сравнению с вершиной склона (см. табл. 5). Аналогичные данные, в частности, получены в Российской Федерации [17].

Если принять во внимания существующие нормативы, то можно вполне обоснованно утверждать, что многолетние травы обеднены марганцем. Сказанное в равной мере относится и к такому важному микроэлементу, как цинк. Это, очевидно, объясняется низким содержанием его в корнеобитаемом слое и высоким уровнем рН почвы, на которой возделывались клевер луговой и тимофеевка луговая.

Выводы

1. Результаты исследований показывают, что лучшие условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, увеличения их продуктивности создаются на нижних элементах склоновых земель. Исключение составляют только бобовые культуры, которые в подножье склона нередко снижают свою урожайность из-за переувлажнения .

2. Основой кормовой базы животноводства являются многолетние бобовые травы, включая люцерну, а также кукуруза. Следует, однако, иметь в виду, что кукурузный корм характеризуется высокой затратностью. Поэтому в перспективе должна быть оптимизирована площадь возделывания последней и повышена ее продуктивность, что снизит себестоимость производимых кормов.

3. При разработке системы удобрения должны учитываться особенности минеральных земель сложного почвенного покрова. Прежде всего это касается азота при возделывании зерновых культур. В данном случае необходимо снижать дозу его внесения на нижних частях склона относительно вершины.

4. Использование минеральных удобрений практически не сказалось отрицательно на содержании в растениях такого опасного тяжелого металла, как кадмий.

5. По содержанию микроэлементов в растениях нуждаются в тщательном контроле медь, цинк, а на почвах с высоким уровнем рН также и марганец.

Литература

1. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика)/ А. А. Жученко. – М.: ООО "Издательство Агрорус", 2004. – 1109 с.
2. Гусаков, В. Г. Экономическая эффективность возделывания кукурузы / В. Г. Гусаков, В. И. Бельский // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2007. – №4. – С.33-38.
3. Кадыров, М. А. Кормопроизводство в Беларуси: состояние, проблемы, решения для обеспечения прибыльности животноводческой отрасли/ М. А. Кадыров // Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (13-15 июля 2006 г., г. Жодино). – Минск: Белорусская наука, 2006. – С. 3-21.
4. Попков, А. А. Неотложные проблемы агропромышленного комплекса республики / А. А. Попков // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2007. – №3. – С. 5-14.
5. Шарифьянов, В. Г. Влияние состава рациона на рубцовое пищеварение жвачных животных/

- В. Г. Шарифьянов [и др.]//Зоотехния. – 2008. – №4. – С. 15-16.
6. Попков, А. А. Аграрная экономика Беларуси: опыт, проблемы, перспективы/ А. А. Попков. – Минск: Беларусь, 2006. – 319 с.
 7. Фицев, А. И. Способы заготовки и использования энергонасыщенных высокопротеиновых кормов / А. И. Фицев. // Зоотехния. – 2004. – №1. – С. 11-14.
 8. Григорьев, Н. Современные требования к энергетической и протеиновой питательности кормов и рационов для высокопродуктивных коров / Н. Григорьев // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – №10. – С.19-27.
 9. Зинченко, Л. Сбалансированное кормление – один из основных факторов продуктивности / Л. Зинченко, С. Брянцев // Агробизнес – Россия. – 2005. – №9. – С. 71-73.
 10. Мацинович, А. А. Содержание микроэлементов в рационах крупного рогатого скота и распространенность у них микроэлементозов / А. А. Мацинович, М. В. Колос // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: УО «ГГАУ», 2007. – С. 192.
 11. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях/ Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд. – 1987. – 142 с.
 12. Киселев, А. И. Влияние возрастающих доз сожского фосфорита на накопление тяжелых металлов в почве и растительной продукции / А. И. Киселев, Н. Е. Самсонова // Наука – сельскохозяйственному производству и образованию: материалы Междунар. науч.- практ. конф. Т. 2 Агрономия. Ч. 1. – Смоленск, 2004. – С. 164-167.
 13. Трахтенберг, И. М. Тяжелые металлы во внешней среде: соврем. гигиен. и токсикол. аспекты/ И. М. Трахтенберг, В. С. Колесников, В. П. Луковенко. – Мн.: Навука і тэхніка, 1994. – 285 с.
 14. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 1163 РБ 98. – Мн.: «Поли-Биг», 1999. – 218 с.
 15. Таланов, Г. А. Санитария кормов: справочник/ Г. А. Таланов, Б. Н. Хмелевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
 16. Аристархов, А. Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах / А. Н. Аристархов. – М.: ЦИНАО, 2000. – 524 с.
 17. Баздырев, Г. И. Тяжелые металлы в системе почва – растение на склоновых землях / Г. И. Баздырев, Н. Б. Пронина, Д. Р. Родригес // Известия ТСХА. – 2001. – Вып. 2. – С. 81-104.

Summary

Tivo P., Saskevich L., Krutko S. Productivity of the Agricultural Crops under the Conditions of the Hilly Relief

The field experiments have shown that the best conditions for growth and development of the majority of the investigated agricultural crops are created on the bottom elements of the relief, where the soils are characterized by increased content of humus and nitrogen. However, the productivity of leguminous crops is often reduced at the foot due to overwetting. It has been ascertained that, for the purpose of increasing the efficiency of nitrogen fertilizers, the doses of their application at the top of the slope shall be increased by at least 20-30% relatively to the bottom elements of the relief. The deficiency of contents of individual microelements, first of all, copper, zinc and manganese in the harvest of the crops grown on such lands. The content of heavy metal cadmium in the plants causes no special concerns on the background of the mineral and organic fertilizers applicable in field experiments.

Поступила 21 мая 2008 г.