

4. Розроблення технології та оцінка якості нових біологічно активних добавок із нетрадиційних продуктів бджільництва / І. О. Прохода [та ін.] // Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць. – Харків, 2001. – Ч. 1. – С. 77-81.

5. Гевлич, О. А. Продукты пчеловодства в животноводстве / О. А. Гевлич // Пчеловодство. – 2009. – № 5. – С. 53-54.

6. Хитозан из подмора – новый продукт пчёл / С. В. Немцов [и др.] // Пчеловодство. – 2001. – № 5. – С. 50-51.

7. Разанов, С. Ф. Властивості підмору бджіл / С. Ф. Разанов // Актуальні проблеми годівлі тварин і технології кормів : матеріали міжн. наук.-практ. конф. – Київ, 2008. – С. 102–104.

8. Смирнова, В. В. Живительная сила пчелиного помора / В.В. Смирнова // Пчеловодство. – 2007. – № 6. – С. 54–57.

9. Плохинский, Н. А. Биометрия : учебник для вузов / Н. А. Плохинский. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 368 с.

(поступила 14.03.2016 г.)

УДК 636.084:004.416.6

А.Я. РАЙХМАН

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЁТА ПИТАТЕЛЬНОСТИ СИЛОСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРУ РАЦИОНОВ КОРОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Проведена сопоставительная оценка рационов, составленных на основании содержания в кормах обменной энергии. Энергия вычислялась разными методами, используемыми в производстве, и структура рационов из-за этого существенно различалась. Основным параметром, влияющим на результат, выбран показатель КОЭ. Определено количественно изменение доли дорогостоящих концентрированных кормов при расчёте разными методами. Разница в структуре рационов может составлять до 20 % по энергетическому показателю, что, безусловно, влияет на расход кормов и продуктивность.

**Ключевые слова:** силоса, питательность, методы расчёта, рационы коров.

A.Y. RAYKHMAN

## COMPARATIVE ESTIMATION OF METHODS OF CALCULATION FOR NUTRITIONAL VALUE OF SILAGE AND IMPACT ON STRUCTURE OF DIETS FOR COWS

Belarusian State Agricultural Academy

Comparative estimation of diets formulated on the basis of content of metabolizable energy in feeds. The energy is calculated by different methods used at production, and the structure of diets varied significantly due to this fact. The main parameter having effect on the result was chosen to be Metabolizable Energy Coefficient. Quantitative change of volume of expensive concentrated feeds in calculation by different methods was determined. The difference in the

structure of diets can be up to 20% by energy indicator, which, of course, has effect on feed consumption and performance.

**Key words:** silage, nutrition value, calculation methods, diets for cows.

**Введение.** Заготовка кормов высокого качества – решающий фактор в реализации любой животноводческой технологии. Корма занимают более 60 % в структуре производства молока и мяса, и это определяет их значимость. Кормопроизводство стремится передать такие кормовые средства цеху животноводства, которые при невысокой стоимости обеспечили бы высокое содержание полезной энергии и протеина в единице веса. Это главное условие высокой продуктивности скота в молочном скотоводстве [1, 2, 3].

В Могилёвской области основой кормовых рационов молочного скота является силос из кукурузы и сенаж из многолетних трав. Доля этих кормов в сумме достигает 80 % по весу и 55-75 % по энергетической питательности. При нарушении технологии заготовки концентрация энергии в них падает, что обуславливает необходимость добавления зерновых концентратов с высоким содержанием крахмала. Экономическая эффективность снижается не только из-за возрастания стоимости рационов, но, главным образом, по причине снижения сроков эксплуатации животных. Связано это с заболеваниями пищеварительного тракта и, как следствие, с потерей воспроизводительных способностей и выбраковкой.

Необходимо учитывать реальные возможности технологий производства кормов и кормовой базы, чтобы создать наиболее благоприятные условия содержания и кормления животных. Всё большее значение приобретает анализ информации, позволяющий выявить слабые места в технологии, определить количественно факторы, сдерживающие повышение экономической эффективности производства [4, 5, 6].

Современная наука предлагает много разных методов оценки качества заготавливаемого сырья, среди которых всё большее внимание уделяется так называемым косвенным методам. Некоторые параметры кормов определяются в результате лабораторных исследований. Остальные – расчётными методами. Далеко не всегда можно заменить физиологические исследования расчётными методами, так как ошибка приводит к существенным отклонениям при планировании рационов. Поэтому разработка надёжных практических приёмов оценки качества кормов заслуживает особого внимания [1, 3, 7, 8, 9].

Одним из наиболее мощных средств анализа взаимосвязей факторов при заготовке кормов является корреляционно-регрессионный анализ. Для вскрытия причин, сдерживающих повышение эффективности производства, используют параметрический анализ. Сущностью параметрического анализа является определение необходимой и до-

статочной совокупности показателей, характеризующих все исследуемые свойства системы и формирование зависимостей, характеризующих суммарный эффект от применения системы или её элементов. Параметрический метод можно отнести к наиболее объективным методам. Он основывается на количественном и качественном выражении исследуемых свойств и установлении взаимосвязей между параметрами как внутри управляющей и управляемых подсистем, так и между ними. Это даёт возможность на базе фактических данных определить форму зависимостей взаимосвязанных параметров и их количественное выражение) [8, 10].

В нашей работе мы использовали метод статического параметрического анализа. Этот метод позволяет изучать изменение решающих производственных показателей в зависимости от влияющих факторов (в нашем случае факторов качества кормов).

Управляющим параметром (элементом) в модели рациона может быть стоимость отдельных ингредиентов, концентрация энергии в кормах, содержание протеина в кормах, некоторые соотношения качественных характеристик кормов и т. д. [3, 6, 11].

Результирующими показателями могут быть отдельные полезные свойства рациона, такие как его стоимость, обеспечиваемая им рентабельность производства, степень сбалансированности по основным или дополнительным признакам (значение отклонений от оптимальных количеств, определяемых научно-обоснованной нормой) и др.

**Цель исследований** – провести сравнительную оценку методов расчета полезной энергии в силосе, заготавливаемом в разные фазы вегетации растений. Средствами компьютерного моделирования разработать метод параметрического анализа качественного состава силосов, обосновать оптимальный вариант расчёта, определить наиболее значимые причины снижения энергетической питательности корма.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести детальный анализ состава силосов в разные фазы вегетации в сравнительном плане;
- оценить предлагаемые наукой и практикой методы расчёта показателей обменной энергии и чистой энергии лактации;
- испытать новый инструмент анализа «Параметрический анализатор»;
- произвести параметрический анализ факторов, влияющих на энергетическую питательность кормов, и определить потенциальные возможности повышения её при консервировании кормов из кукурузы;
- определить значимость ошибки расчёта и сделать прогноз потери экономической эффективности в зависимости от её размера.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились

в зимне-стойловый период 2012 года в ОАО «Новгородищенское», где на 1 января 2012 года площадь пашни составляла 6328 га, сельскохозяйственных угодий – 8237 га, общая площадь предприятия составляет 8999 га. С 2010 по 2012 гг. посевы кукурузы на силос здесь существенно увеличены (с 360 до 1205 га, т. е. почти пятая часть от всей площади сельскохозяйственных угодий). Начало закладки силосных траншей – вторая неделя августа. Это ещё только молочная спелость зерна. Последний урожай на силос убрали в сентябре, когда зерно практически достигло восковой спелости и содержание сухого вещества приблизилось к 30 %. Кукуруза на зерно выдерживалась до октября. Растения уже приобретали тёмную окраску листьев, а содержание сухого вещества достигало 38-43 % и более [6, 9, 11, 12].

Информация о питательности зелёной массы и готовых силосов получена в областной лаборатории зоотехнического анализа кормов, куда регулярно сдавались образцы в процессе заготовки кормов и при открытии хранилищ для скармливания крупному рогатому скоту.

При составлении оптимальных рационов для стельных сухостойных и дойных коров мы использовали компьютерную программу «Конструктор рационов кормления», разработанную на кафедре кормления сельскохозяйственных животных БГСХА. Для более глубокого анализа возможностей совершенствования системы кормления мы использовали «Динамический параметрический анализатор», разработанный на кафедре кормления сельскохозяйственных животных БГСХА. Этот инструмент позволил определить количественно, каким образом можно снижать расход концентратов и стоимость рациона в зависимости от пошагового изменения питательности объёмистых кормов в сторону улучшения [8].

Нами разработан принципиально новый инструмент анализа оптимизационных моделей рационов кормления. Подготовлена компьютерная программа в формате надстройки Excel. Составлен оптимальный рацион кормления для лактирующих коров, который подвергли анализу на предмет возможностей его улучшения за счёт повышения качества объёмистых кормов.

Предлагаемое нами средство предназначено для анализа результатов решения математических моделей смесей, комбикормов и рационов кормления на предмет отыскания возможностей улучшения решения. Методика позволяет определить количественно факторы, сдерживающие решение, причём не только относительно целевой функции, но и любого другого результирующего признака (степень сбалансированности элементов питания, отклонения от заданных в модели отношений и др.) Программа написана на VBA и скомпилирована в формате надстройки Excel. Математическая модель формируется в электрон-

ной таблице средствами табличного процессора.

Принципиально новым методическим элементом является возможность реализации не только для моделей линейного программирования, но и для нелинейных моделей и самое главное – для многоцелевых математических моделей, которые используются в программе «Конструктор рационов кормления» и наилучшим образом подходят для оптимизации рационов в условиях ограниченной кормовой базы. Инструмент может быть модернизирован в соответствии с потребностями пользователя, поскольку исходные коды остаются доступными при условии распространения программы по договорам в соответствии с существующим законодательством Республики Беларусь.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Основное различие в составе сравниваемых силосов заключается в содержании сухого вещества. По мере созревания растений оно увеличивается от 21,6 % в фазе молочной зрелости зерна до 32,2 % в фазе восковой зрелости, как показано в таблице 1. Различия в химическом составе сухого вещества не столь значительны. По мере созревания увеличивается содержание клетчатки с 23,4 % в фазе молочной спелости до 26,3 % – в восковой. Особенно заметно накопление клетчатки в последнюю фазу вегетации. В течение 2-3 недель этот показатель увеличился с 23,7 до 26,3 %, тогда как кукуруза молочной и молочно-восковой спелости по этому показателю практически не различалась. Принимая во внимание высокое разнообразие данных о питательности силосов, мы не претендуем на высокую точность результатов расчётов. Но в целом закономерность прослеживается достаточно определённо. В начале октября кукуруза заметно изменила окраску. Листья потемнели и стали жёсткими. Формирование початков завершилось. Влажность снизилась до 45-60 %. В такой стадии роста растений практически невозможно произвести трамбовку даже при измельчении 4-6 мм. Повышается содержание клетчатки и крахмала, а количество сахара и протеина снижается. Отличительной особенностью можно считать преобразование крахмала зерна кукурузы. Соотношение амилозы и амилопектина смещается в сторону последнего и, таким образом, возрастает количество «стабильного» крахмала. Эта фракция имеет большое значение в кормлении высокопродуктивных коров, так как значительно хуже расщепляется в рубце микроорганизмами (таблица 2). Она продвигается в сычуг, где подвергается воздействию фермента амилазы с дальнейшим распадом до глюкозы и всасыванием в тонком отделе кишечника. Поэтому большая часть посевов кукурузы должна выращиваться на зерно с максимально поздними сроками уборки.

Содержание протеина снижается с 8,5 до 7,4 %, а концентрация жира увеличивается незначительно – с 4,0 до 4,5 % по отношению к

сухому веществу. Основной компонент органического вещества – углеводы (крахмал). За счёт формирования початков его количество в зелёной массе, а затем и в силосе возрастает. Но в расчёте на единицу сухого вещества незначительно снижается с 57,5-57,9 % в фазе молочной спелости, до 55,5 % – в восковой спелости зерна [11, 12, 13].

Таблица 1 – Химический состав силосов

Показатель	Фаза спелости зерна		
	Молочная	Молочно-восковая	Восковая
СВ, %	22,6	25,0	29,5
В сухом веществе, %			
ОВ	93,4	93,4	93,7
СП	8,5	7,5	7,4
СЖ	4,0	4,3	4,5
СКл	23,4	23,7	26,3
БЭВ	57,5	57,9	55,5

\*Примечание: здесь и далее: СВ – сухое вещество ОВ – органическое вещество, ПВ – питательное вещество, СП – сырой протеин, СЖ – сырой жир, СКл – сырая клетчатка, БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества.

Таблица 2 – Переваримость питательных веществ силосов

Показатель	Фаза спелости зерна		
	Молочная	Молочно-восковая	Восковая
СВ	68,9 ± 0,92	71,2 ± 0,33	63,4 ± 1,25
ОВ	70,0 ± 0,83	73,1 ± 0,32	65,1 ± 1,41
СП	55,0 ± 0,55	51,6 ± 0,50	48,2 ± 1,52
СЖ	60,7 ± 0,75	61,2 ± 0,73	69,7 ± 0,62
СКл	58,1 ± 0,75	61,1 ± 1,00	53,8 ± 2,19
БЭВ	75,8 ± 0,37	79,6 ± 0,30	71,7 ± 1,31

Расчёт содержания валовой энергии проводился с учётом стандартных коэффициентов перевода весовых единиц в энергетические (таблица 3). Такая методика считается достаточно надёжной и даёт незначительное расхождение по сравнению с классическим методом определения в «калориметрической бомбе».

Расчёт содержания валовой энергии проводился с учётом стандартных коэффициентов перевода весовых единиц в энергетические.

Далее представлены уравнения для расчёта содержания количества обменной энергии в сухом веществе кукурузного силоса.

- 1)  $OЭ = 0,0175 пБ + 0,0312 пЖ + 0,0137 пК + 0,0148 пБЭВ;$
- 2)  $OЭ = 0,0312 пЖ + 0,0136 пКл + 0,0147 ОПОМ + 0,00234 сП;$
- 3)  $OЭ = (53,53 - 0,015 сКл + 0,093 сП) \times 0,0086 ВЭ;$

$$4) \text{ОЭ} = 10,365 + 0,026 \text{СП} + 0,275 \text{СЖ} - 0,176 \text{СКл} + 0,047 \text{СБЭВ}.$$

Таблица 3 – Расчёт валовой энергии силосов

Показатели	Коэффициенты	Молочная		Молочно-восковая		Восковая	
		ПВ, г	ВЭ, МДж	ПВ, г	ВЭ, МДж	ПВ, г	ВЭ, МДж
СП	23,9	85	2,03	75	1,79	74	1,77
СЖ	39,8	40	1,59	43	1,71	45	1,79
СКл	20	234	4,68	237	4,74	263	5,26
БЭВ	17,6	575	10,12	579	10,19	555	9,77
ИТОГО		934	18,42	934	18,43	937	18,59

Первое регрессионное уравнение разработано Всесоюзным институтом животноводства и представлено в известном справочнике, изданном под редакцией академика А.П. Калашникова. Для расчёта необходимы данные о переваримости кормов. Поскольку в практике животноводства получить эту информацию опытным путём не представляется возможным, коэффициенты переваримости берут из справочников [1, 7, 10].

Вторая методика основана на разработках Генниберга и Штоммана. Она используется в странах Европы для прогнозирования содержания физиологически полезной энергии в кормах для крупного рогатого скота. Это уравнение является также первым этапом расчёта чистой энергии лактации [7].

Третья формула предложена ВИЖ для расчётов энергетической питательности в производстве. Здесь учитываются только две группы сырых органических веществ – сырая клетчатка и сырой протеин. Точность такого расчёта, естественно, ниже, но не требуется информации о переваримости.

Четвертый вариант расчёта на первый взгляд может показаться менее точным, так как основан на содержании не переваримых, а сырых питательных веществах. Но такая информация может быть получена непосредственно из лаборатории зоотехнического анализа кормов без проведения опытов по переваримости.

Следует отметить, что нами не рассматривались упрощённые приближительные методы определения концентрации в кормах обменной энергии, такие как посредством использования коэффициентов Аксельсона, гостированная методика БелНИИЖ и др. Они предназначены для быстрого приблизительного прогноза энергетической питательности кормов в производственных условиях, когда отсутствует информация о химическом составе сухого вещества. Такой подход может быть оправдан в бухгалтерских расчётах для учёта движения

больших партий кормов, когда высокая точность не требуется.

Мы рассчитали энергетическую питательность силосов, заготовленных из кукурузы в разные фазы вегетации растений, всеми перечисленными методами и сравнили результаты (таблица 4).

Таблица 4 – Энергетическая питательность силосов, рассчитанная разными методами

Фаза спелости зерна	Метод расчёта							
	1		2		3		4	
	в СВ	в натуральном корме	в СВ	в натуральном корме	в СВ	в натуральном корме	в СВ	в натуральном корме
Молочная	9,89	2,24	9,81	2,22	9,18	2,07	9,42	2,13
Молочно-восковая	10,30	2,58	10,22	2,56	9,03	2,26	9,64	2,41
Восковая	10,54	3,11	10,46	3,09	9,03	2,66	4,46	1,32

Разница в показателе КОЭ весьма существенна. Расчёты по сырым питательным веществам показывают наименьшее содержание ОЭ. Так, при сравнении с классическим методом, предложенным Генибергом и Штоманом (№ 1), она на 0,87 МДж ниже (9,89 и 9,42) для силоса в молочной стадии спелости зерна. В молочно-восковой спелости – на 0,66 МДж (10,30 и 9,64), а в восковой – результат получился и вовсе некорректный (4,46 МДж ОЭ/кг СВ).

Первые два метода (основанные на переваримых питательных веществах) практически не различались. Упрощённая методика (по протеину и клетчатке) не может быть применима в производстве. Она занижает показатель энергоёмкости кормов почти на 1 МДж при расчёте на сухое вещество и на 0,2-0,3 МДж – на натуральное вещество корма.

Параметрический анализ мы проводили методом простого табулирования в электронной таблице (здесь ещё не использовали инструмент автоматического циклического решения). Рационы решались средствами оптимизатора «Конструктор рационов кормления». Было составлено 12 рационов на продуктивность 30 кг молока в сутки для живой массы 600 кг. Результаты анализа представлены в таблице 5.

Консервирование кукурузы в молочной фазе спелости зерна обеспечивает наименьший удельный вес концентратов – 47,14 % при расчёте классическим методом через переваримые питательные вещества (метод № 1), а наибольший (60,04 %) – при расчёте упрощённым методом по информации о клетчатке и сырому протеину. Необходимо подчеркнуть, что при использовании уравнения 4, где расчёт основан на сырых компонентах органического вещества, получается заниженная оценка энергетической питательности силоса. Этот метод нельзя счи-

тать пригодным для работы, так как не удалось определить содержание ОЭ в силосной массе при консервировании её в фазу восковой спелости. Разработчики не позаботились об экстраполяции закономерности за пределы 32 % по содержанию сухого вещества. По этой причине нами было проведено табулирование каждого из представленных уравнений в диапазоне от 15 до 40 % сухого вещества силосуемой массы. Все остальные уравнения показали стабильный результат и, таким образом, могут применяться для расчётов.

Таблица 5 – Соотношение кормов в рационах коров при разных методах вычисления ОЭ в объёмистых кормах

Фаза	Молочная		Молочно-восковая		Восковая	
Корма	ОК	КК	ОК	КК	ОК	КК
$ОЭ = 0,0175 пБ + 0,0312 пЖ + 0,0137 пК + 0,0148 пБЭВ$						
% по весу	84,98	15,02	88,00	12,00	89,05	10,95
% по ОЭ	52,86	47,14	62,60	37,40	69,12	30,88
% по СВ	60,07	39,93	68,32	31,68	73,84	26,16
$ОЭ = 0,0312 пЖ + 0,0136 пКл + 0,0147 ОПОМ + 0,00234 сП$						
% по весу	84,15	15,85	87,11	12,89	88,14	11,86
% по ОЭ	51,06	48,94	60,49	39,51	67,02	32,98
% по СВ	58,54	41,46	66,53	33,47	72,06	27,94
$ОЭ = (53,53 - 0,015 сКл + 0,093 сП) \times 0,0086 ВЭ$						
% по весу	78,42	21,58	75,66	24,34	72,28	27,72
% по ОЭ	39,96	60,04	38,34	61,66	38,03	61,97
% по СВ	49,14	50,86	47,76	52,24	47,51	52,49
$ОЭ = 10,365 + 0,026 сП + 0,275 сЖ - 0,176 сКл + 0,047 сБЭВ$						
% по весу	80,62	19,38	80,98	19,02	—	—
% по ОЭ	43,94	56,06	47,60	52,40	—	—
% по СВ	52,51	47,49	55,61	44,39	—	—

\* Примечание: ОК – объёмистые корма, КК – концентрированные корма

**Заключение.** Методы расчёта содержания обменной энергии в силосах, применяемые на практике, неравнозначны по результатам вычислений. Расчёт питательности по сырым компонентам органического вещества рассмотренными нами методами не дают адекватной оценки содержания энергии. Но ввиду простоты использования их необходимо совершенствовать, используя доступный статистический материал о питательности силосов.

Расчёты содержания энергии разными методами дают значительные расхождения. Насколько они существенны, можно определить посредством составления оптимальных рационов, оптимизируемых по энергии и сухому веществу. Такой подход позволяет точно определить соотношение основных групп кормов в рационе. Можно рассчитать

потребность в концентратах в зависимости от показателя концентрации обменной энергии в силосах. В нашей работе мы провели сравнительную оценку этих рационов, из которой видно, что при использовании точных методов определения энергоёмкости кормов доля концентратов может быть снижена с 52,4 до 37,4 % по обменной энергии в фазу молочно-восковой спелости зерна. В фазу восковой спелости эти значения составляют 52,49 и 30,88 % соответственно. Такие соотношения получены при составлении рационов для высокопродуктивных коров с удоем 30-34 кг молока в сутки.

#### Литература

1. Григорьев, Н. Г. Биологическая полноценность кормов / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков, В. С. Воробьев. – М. : Агропромиздат, 1989. – 286 с.
2. Зимнович, И. А. Крупномасштабное и хозяйственное планирование кормовой базы для интенсивного производства молока / И. А. Зимнович, П. А. Кокорева // Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 163-167.
3. Копенкин, Ю. И. Моделирование использования кормов на сельскохозяйственных предприятиях : методическое пособие / Ю. И. Копенкин. – Москва : Изд-во МСХА, 2004. – 94 с.
4. Волгин, В. Оптимизация питания высокоудойных коров / В. Волгин, А. Бибикина, Л. Романенко // Животноводство России. – 2005. - № 3. – С. 27-28.
5. Гаврилов, Г. В. Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия. Методические указания и индивидуальные задания / Г. В. Гаврилов. – М. : Издательство МСХА, 2005. – 94 с.
6. Хайруллин, Ф. Экономическая эффективность использования кормов / Ф. Хайруллин // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. - № 6. – С. 23.
7. Григорьев, Н. В. Оптимизация уровня концентратов крупного рогатого скота / Н. В. Григорьев // Проблемы и перспективы природопользования : научные труды Кировской лугоболотной опытной станции. – Киров, 1999. – С. 84-95
8. Райхман, А. Я. Оптимизация соотношения кормов в рационах коров средствами компьютерного моделирования / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы развития животноводства : сборник научных трудов УО БГСХА. – Горки, 2007. – Вып. 10, ч. 1. – С. 213-220.
9. Шевченко, В. А. Особенности возделывания кукурузы в Нечерноземной зоне России / В. А. Шевченко, А. В. Загинайлов // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2008. - № 2 – С. 48-52.
10. Горчаков, А. А. Компьютерные экономико-математические модели / А. А. Горчаков, И. В. Орлова. – М. : Компьютер, 1995. – 135 с.
11. Самыкин, В. Н. Урожайность и биоэнергетическая оценка агроприёмов при возделывании кукурузы на зерно в зернопропашном севообороте в условиях Белгородской области / В. Н. Самыкин, В. Д. Соловichenko, А. А. Потрясаев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. - № 7. – С. 27-29.
12. Самыкин, В. А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов / В. А. Самыкин, И. Я. Пигорев, И. А. Оксененко // Современные наукоёмкие технологии. – 2008. - № 4. – С. 58-60.
13. Иванов, Н. Н. Кукуруза на зерно и силос / Н. Н. Иванов. – М. : Россельхозиздат, 1974. – 135 с.

(поступила 25.03.2016 г.)