

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОСТИ КУКУРУЗЫ В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ

***Ключевые слова:** кукуруза, минеральные вещества, обменная энергия, органическое вещество, стадии спелости зерна, сухое вещество, урожайность.*

***Аннотация.** Проанализирована специфика изменений химического состава и питательной ценности кукурузы сорта «Окская» по стадиям созревания зерна в условиях юго-запада Нижегородской области. Выявлены закономерности преобразований показателей состава органического вещества, минерального и витаминного состава растений кукурузы в период от ранних к поздним фазам спелости зерна.*

Кукуруза является классической силосной культурой в силу специфических особенностей химического состава на разных стадиях своего развития. Общепризнанным оптимальным сроком её уборки для заготовки силоса считаются разные фазы созревания зерна, когда растения накапливают максимальное количество питательных веществ и имеют оптимальный химический состав для технологии силосования [5, с. 7]. Одним из наиболее важных показателей химического состава, от которого зависит качество консервирования и размер потерь питательной ценности, является содержание сухого вещества. В течение всего периода роста кукурузы содержание сухого вещества повышается, достигая оптимальных для проведения силосования значений к фазам созревания зерна. По данным Н. В. Калугина и др. [3, с. 34], разница по содержанию сухого вещества в растениях молочной и восковой спелости зерна достигает 44,7 %, что равноценно улучшению условий для реализации данной технологии.

В кукурузе содержатся углеводы двух основных типов: структурные и неструктурные или легкогидролизуемые [8, с. 9]. Кукуруза со-

держит много легкогидролизуемых углеводов (сахар, крахмал), благодаря чему отличается высокими вкусовыми и кормовыми качествами [1, с. 210]. С развитием растений количество неструктурных углеводов возрастает. Согласно данным ВНИИ кормов [5, с. 192], в растениях кукурузы до молочно-восковой спелости зерна 30 % и более, БЭВ представлены сахарами [7, с. 50]. В фазу восковой спелости примерно такое же количество БЭВ приходится на долю крахмала, а содержание сахаров резко снижается (до 7–9 % в составе СВ). Аналогичные данные приводят и немецкие учёные [10, с. 14–15].

Основной недостаток кукурузы – это относительно низкое содержание протеина. По мере старения травостоя содержание сырого протеина в нём снижается. Вместе с тем снижение содержания протеина имеет относительный характер, так как валовое его количество, как и БЭВ, остаются неизменными до фазы восковой спелости зерна [2, с. 107]. Невысока и биологическая ценность кукурузного белка, так как он содержит мало незаменимых аминокислот. Однако листья и стебли по уровню содержания лизина и гистидина не уступают таким многолетним культурам, как люцерна и клевер. В кукурузе больше чем в других злаковых травах синтезируется метионин [6, с. 9].

С ростом растений в кукурузе отмечается увеличение содержания сырого жира, кальция и фосфора при сохранении оптимального соотношения 2:1 у последних. С аналогичной закономерностью повышается и энергетическая ценность кукурузы. Помимо этого, зелёная масса кукурузы является хорошим источником каротина [9, с. 156].

Поскольку химический состав и биологическая ценность кукурузы зависят от технологии выращивания, уровня питания, сорта, фазы вегетации, климатических и других условий [4, с. 76], результаты их измерения при изменении любого из этих параметров всегда будут разными.

Целью нашего исследования было изучение изменений химического состава и питательности кукурузы сорта «Окская» при её выращивании в условиях Нижегородской области. Трехлинейный гибрид кукурузы «Окская» относится к группе раннеспелых гибридов. Время цветения метёлки очень раннее. Созревает за 92–95 дней. Растение низкое – высота 200–250 см. Початок длинный, слабokonический, ножка короткая, длиной 20–25 см, массой 180–200 г. Зерно кремнистое, у 30 % растений – промежуточное, ближе к кремнистому, в верхней части желто-оранжевое. Масса 1000 зерен 310 гр. Отличается холодостойкостью, устойчивостью к полеганию, гельминтоспориозу, стеблевым гнилям, бактериозу початков.

Кукуруза выращивалась в севообороте ОАО «Агрофирма «Верякуши» Дивеевского района Нижегородской области на серой лесной среднесуглинистой слабосмытой среднекислой (рН 4,6–5,0) почве с повышенным (170 мг/кг) содержанием обменного калия и высоким содержанием (190 мг/кг) подвижного фосфора. Технология выращивания в год посева включала весеннее боронование зяби, дискование, предпосевную культивацию, внесение аммиачной селитры (150 кг/га), широкорядный посев (13.05.2012). Появление всходов отмечено 20 мая. Затем (8 июня) была проведена междурядная обработка и химическая прополка (препарат Дублон Голд, 50 г/га). Появление початков отмечено 12 июля. Учёт урожая и отбор образцов проб для биохимического анализа проводили в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997).

Согласно результатам биохимического анализа, изменения отдельных показателей химического состава на разных стадиях онтогенеза имели свою специфику (табл. 1).

Таблица 1 – Состав органического вещества

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Сухое вещество (СВ), %	22,9±0,6	27,5±1,2**	28,1±0,8***
Органическое вещество, % от СВ, в т. ч.:			
сырой протеин	95,99±0,11	95,38±0,33	96,05±0,22
сырой жир	6,65±0,21	7,71±0,16**	7,86±0,10***
сырая клетчатка	1,49±0,02	2,76±0,05***	3,38±0,10***
БЭВ, в т. ч.:			
сахар	20,34±0,18	16,57±0,62***	15,69±0,53***
крахмал	67,51±0,43	68,33±0,66	69,12±0,83
	15,9±0,34	11,3±0,42***	5,51±0,19***
	6,22±0,09	13,09±0,19***	23,30±0,14***

Примечание: \*\* –  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,01$ .

За время прохождения кукурузой периода от фазы молочной до молочно-восковой спелости зерна содержание сухого вещества в ней увеличивалось на 4,6 % ( $P < 0,05$ ) и достигало оптимальных для проведения силосования значений. Переход к фазе ранней восковой спелости характеризовался дальнейшим улучшением этого показателя (табл. 1).

По мере повышения степени зрелости зерна отмечен преимущественно высокодостоверный ( $P < 0,05-0,01$ ) неуклонный рост содержания сырого протеина, сырого жира и крахмала. Содержание сухого вещества, а также концентрация в нём сырого протеина возрастали при перенесении сроков уборки кукурузы с фазы молочной на молочно-восковую и начало восковой спелости зерна, оставаясь в последние два срока примерно на одном уровне. Наряду с этим происходило неизменное снижение содержания сахара и сырой клетчатки ( $P < 0,01$ ). Аналогичная тенденция присутствовала и в пофазных изменениях группы безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), однако не была статистически достоверной. В целом общее количество органического вещества в сухом веществе растений кукурузы на протяжении периода наблюдений оставалось практически неизменным, несмотря на отмеченные изменения в его составе. Такие преобразования в составе сухого вещества не способствовали улучшению силосуемости, но благоприятно сказывались на питательной ценности силосуемой массы. Несмотря на это, учитывая относительно невысокое содержание буферных веществ (протеина и щелочных элементов золы) и избыточное содержание сахара, можно рассчитывать на благоприятный исход её консервирования данным способом.

Рост содержания сырой золы, калия, кальция, фосфора ( $P < 0,01$ ) отмечен лишь на протяжении межфазного промежутка молочная – молочно-восковая спелости зерна кукурузы, после чего происходил его спад. По содержанию железа и цинка имелся относительный паритет между крайними фазами созревания зерна при его снижении при завершении фазы молочной спелости. Содержание серы снижалось в течение всего времени контроля биохимического состава кукурузы (табл. 2).

Таблица 2 – Минеральный состав кукурузы

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Сырая зола, % от сухого вещества (СВ), в т. ч. г/кг СВ:	4,01±0,08	4,62±0,23*	3,95±0,15
кальций	2,60±0,15	4,50±0,25***	3,40±0,32*
фосфор	1,40±0,17	2,00±0,14*	1,70±0,12

Продолжение таблицы 2

калий	13,3±0,40	15,7±1,3*	9,5±0,36***
сера	2,10±0,15	1,80±0,12	1,70±0,12*
мг/кг СВ: железо	142,0±0,8	94,4±4,6***	142,9±2,9
медь	3,7±0,02	4,2±0,04***	4,43±0,02***
марганец	18,9±0,95	23,1±0,71**	23,2±1,83*
цинк	19,6±0,29	17,9±0,68*	19,2±0,78

Примечание: \*-  $P \leq 0,10$ ; \*\* -  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,01$

Питательная ценность кукурузы в условиях вегетационного периода 2012 года изменялась в соответствии с изменениями состава органического вещества. Поскольку в основные фазы созревания зерна наблюдали увеличение количества неструктурных (легкогидролизуемых) углеводов и снижение содержания структурных углеводов (сырая клетчатка) (табл. 1), вполне естественен рост энергетической ценности целых растений за счёт увеличения в урожае доли початков, а в их составе – зерна (табл. 3).

Таблица 3 – Питательность сухого вещества кукурузы

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Обменная энергия, МДж	9,90±0,01	10,05±0,03**	10,21±0,02***
Переваримый протеин, г	45.2±1.5	52.4±1.1**	53.4±0.7***
Нитраты, мг	355±21,3	724±27,1***	691±26,0***
Каротин, мг	229,2±1,6	155,6±3,8***	85,6±2,0***

Примечание: \*\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*\*  $P \leq 0,01$ .

Содержание переваримого протеина в составе кукурузы по отношению к фазе молочной спелости зерна увеличивалось в фазу молочно-восковой спелости на 7,2 г/кг СВ ( $P \leq 0,05$ ) и в раннюю восковую фазу спелости зерна на 8,2 г/кг СВ ( $P \leq 0,01$ ), оставаясь примерно одинаковым в две последние фазы развития.

Содержание нитратов в растениях кукурузы заметно (примерно в 2 раза ( $P \leq 0,01$ )) возрастало в фазы молочно-восковой и начале восковой спелости зерна. Однако такое количество нитратов не представляет никакой опасности для животных, поскольку ПДК их содержания в натуральной зелёной массе составляет 500 мг/кг, а в сухом веществе в 4–5 раз больше. Более того, нитраты, обладающие фитонцидными свойствами, препятствуют развитию порочной микрофлоры на первых этапах силосования, поэтому повышение их содержания в указанные фазы развития растений можно рассматривать как положительный момент для улучшения качества брожения при силосовании.

Каротин содержится преимущественно в листьях растений. Снижение их доли в составе урожая при созревании зерна, а также частичная потеря при увядании и опадании имеет следствием уменьшение содержания каротина, что нашло отражение в результатах проведённых исследований (табл. 3).

Таким образом, отмечено улучшение химического состава и питательности зелёной массы кукурузы при перенесении сроков её уборки с фазы молочной на раннюю стадию восковой спелости зерна. В этот период снижается содержание сырой клетчатки при одновременном увеличении содержания сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, БЭВ, крахмала, марганца и меди. Улучшаются и технологические свойства сырья для проведения силосования благодаря оптимизации содержания сухого вещества при достаточно высоком уровне содержания легкогидролизуемых углеводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Г. А., Привало О. Е., Сенаж и силос. М.: Колос, 1983. 319 с.
2. Зафрен С. Я. Уборка и консервирование кукурузы. Кормовое достоинство кукурузы. М.: Изд. Мин. с.-х. СССР, 1959. С. 105–112.
3. Калугин Н. В., В. И. Зубакин, Г. И. Левахин, В. Х. Краус Силос из кукурузы для скота // Зоотехния. 1990. № 9. С. 33–35.
4. Мак Дональд П. Биохимия силоса. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
5. Повышение качества и эффективности использования кормов / Под ред. М. А. Смурыгина. М.: Колос, 1983. С. 189–205.
6. Попов И. С. Аминокислотный состав кормов. / М.: Россельхозиздат, 1965. 65 с.
7. Применение комплексной системы оценки кормов в растениеводстве / Под ред. В. В. Попова. М.: Колос, 1982. С. 49–51.

8. Технология приготовления кормов из кукурузы / Под ред. Л. В. Погорелого. М.: Агропромиздат, 1987. С. 7–13.

9. Томмэ М. Ф., Мартыненко Р. В. Аминокислотный состав кормов М.: Колос, 1972. 288 с.

10. Gross F. Okologie und Umweltschutz. Fortschr. Landwirts. 1987. Bd. 65. H. 12.S. 14–15.

## CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION AND SUSTENANCE OF CORN IN THE FINAL PERIOD OF GROWING

**Keywords:** *corn, minerals, exchange energy, organic matter, stages of grain ripeness, dry substance, productivity.*

**Annotation.** *Specific character of changes in the chemical composition and nutritional value of the corn «Oka» in stages of ripening of the grain in the south-west region of Nizhny Novgorod is analyzed. The regularities of the change of composition of organic matter, mineral and vitamin content of plants of corn during the period from early to late phases of ripeness are considered.*

---

**ГЕРАСИМОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино (official@adm.vrt.nnov.ru).

**GERASIMOV EVGENIY YURIEVICH** – candidate of agricultural sciences, docent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (official@adm.vrt.nnov.ru).

**ДЕМИНА МАРИНА АЛЕКСАНДРОВНА** – ведущий агрохимик ФГБУ ЦАС «Нижегородский» Россия, Нижний Новгород, (kiss.ma@mail.ru.)

**DEMINA MARINA ALEKSANDROVNA** – agrochemist in chief of CAS «Nizhegorodskiy», Russia, Nizhny Novgorod (osnovsh@yandex.ru).

---

---

**ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ** – кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

**ZAVIVAYEV SERGEY NIKOLAIEVICH** – candidate of veterinary sciences, head of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhny Novgorod state engineering and economic institute Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

**КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kuchin53@mail.ru).

**KUCHIN NIKOLAY NIKOLAEVICH** – doctor of agricultural sciences, professor of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

---