

УДК 812.2: 632. 954. 633. 15.

© 2008

С. М. Крамарев, С. В. Красненков, доктора сельскохозяйственных наук

Ф. А. Леринец, А. И. Коцюбан, кандидаты сельскохозяйственных наук

Институт зернового хозяйства УААН

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ,
ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ, ДОЗ, СРОКОВ И СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ
УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ
БЕЛКА В ЗЕРНЕ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ
ЗОНЫ УКРАИНЫ**

Виконано узагальнення результатів польових дослідів, проведених на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства УААН за 1991-2006 рр., і з'ясовано вплив різних чинників на продуктивність та біохімічні показники якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Степу України.

По сравнению с другими зерновыми культурами, кукурузное зерно характеризуется низким содержанием белковых веществ [1-2]. По данным А. А. Стафийчука и Н. Я. Телятникова (1971) в зерне кукурузы на одну кормовую единицу (к. ед.) приходится 57-64 г белка. Следовательно, согласно зоотехнических норм кормления, к кукурузным кормам необходимо добавлять в среднем 30-50 г переваримого протеина на одну к. ед. Подсчитано, что если кормить сельскохозяйственных животных сбалансированными по белку и другими питательными веществами кормами, то для производства мяса их потребовалось бы в 2 раза меньше, что дало бы возможность сэкономить половину используемого фуражного зерна. Ныне нет более мощного ограничителя темпов наращивания производства продукции животноводства в нашей стране, чем белковый недокорм, так как одним из самых ценных питательных веществ кормов, оказывающих влияние на организм животных, является белок. Поэтому возникла необходимость в изучении влияния различных факторов на содержание белка в зерне растений кукурузы [1-4].

Материалы и методика исследований. Исследования проводили на Эрастовской опытной станции Института зернового хозяйства УААН (1991-2006 гг.) в стационарном и временных полевых опытах. Почвенный покров опытных участков представлен черноземом обыкновенным мало гумусным тяжелосуглинистым на лессе с низким содержанием минерального азота, средним подвижных форм фосфора и высоким содержанием обменного калия. Климат северной части степной зоны Украины умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма осадков – 435,9 мм, а за вегетационный период – 268,2 мм. Годы исследований отличались степенью увлажнения, что дало возможность рассмотреть влияние погодных условий на продуктивность и биохимические показатели качества зерна.

Результаты исследований. За 22-летний период, с 1984 г. по 2006 г., на ЭОС ИЗХ УААН проведено более 40 полевых опытов, в т. ч. 5 стационарных, в которых изучали вопросы, связанные с удобрением агроценозов кукурузы, а также влиянием на их продуктивность предшественников и основной обработки почвы. В этой статье нами представлены обобщенные результаты проведенных исследований, в которых рассматривался этот вопрос.

Содержание белка в зерне – изменчивый признак, который, в зависимости от условий выращивания, может варьировать в очень широких пределах – от 7 до 14%, достигая максимального значения в засушливые годы 13,5-14% (Павлов А. Н., 1967; Созинов А. А., Жемела Г. П., 1983). Ранее проведенными исследованиями установлено, что содержание и состав белков изменяются в зависимости от почвенно-климатических условий, особенностей агротехники, высеваемых гибридов и применяемых удобрений. На белковость зерна сильное влияние оказывают погодные условия, а среди агротехнических приемов, влияющих на этот показатель, выделяются своей результативностью, в основном, два: предшественники и удобрения.

Среди климатических факторов в наибольшей мере влияют на содержание белка в зерне условия увлажнения: чем меньше влаги и выше температура, тем выше содержание белка. Так, выращенная в степной зоне Украины кукуруза содержит в зерне на 1-2% белка больше, чем ее аналогичный гибрид, выращенный в Лесостепи и Полесье. Эти изменения связаны с повышением транспирации под влиянием высокой температуры и низкой относительной влажности атмосферного воздуха. Обычно, с повышением температуры и снижением количества осадков, содержание азота в зерне, а, следовательно, и его белковость, повышается. Такую закономерность впервые увидел в 1865 г. Н. Ляковский, затем аналогичную законо-

мерность отметил в 1932 г. К. Фляксбергер, такие же изменения с количественным содержанием белка наблюдалось и нами в засушливые годы. В том случае, когда в почве содержится достаточное количество подвижных форм азота и продуктивной влаги, особенно во время налива зерна, решающее значение в снабжении зерна азотом будет принадлежать корневой системе. Проходящие же в засушливые годы существенные изменения в содержании белка в зерне вызваны увеличением интенсивности поступления в зерно азотсодержащих соединений из вегетативных органов растений. Высокая температура воздуха усиливает дыхание растений, способствует чрезмерным затратам углеводов, вследствие чего увеличивается накопление белка в зерне. При более низкой температуре дыхание растений ослабляется и увеличивается накопление углеводов (табл. 1). Полученные результаты в стационарном полевом опыте, проведенном на Эрастовской опытной станции (1991-2006 гг.), показали, что в среднем за годы проведения исследований продуктивность кукурузы, расположенной в севообороте после озимой пшеницы, была на 10, а в засушливые годы на 21% выше, в сравнении с продуктивностью кукурузы, высеянной после ярового ячменя. К тому же и качество зерна кукурузы, в зависимости от предшественников, было различным, и, в первую очередь, отличалось содержанием белка. Так, зерно кукурузы, выращенное после паровой озимы, характеризовалось относительно высоким содержанием белка, что можно объяснить значительно лучшим азотным режимом почвы. В условиях северной Степи Украины плоскорезная и чизельная глубокая обработки почвы обеспечивали получение практически одинакового урожая зерна кукурузы в сравнении с традиционной вспашкой, (разница находилась в пределах НСР), а при применении мелкой обработки почвы урожайность существенно снижается по этим двум предшественникам.

Четкой закономерности в изменении показателей качества зерна кукурузы в зависимости от способов обработки почвы не выявлено. Наблюдалась только тенденция к повышению белковости зерна после двух предшественников на фоне отвальной вспашки. Известно, что качество зерна, в основном, создается в период его налива, когда продукты фотосинтеза трансформируются в запасные вещества (И. В. Мосолов, 1979). Поэтому, в этот период развития растений, для увеличения содержания в зерне белка им требуется повышенное азотное питание [1, 3]. Способность азотных удобрений повышать содержание белка в зерне при внесении их в почву в виде нитратов (селитры), впервые установил еще в начале XIX века французский ученый Ж. Б. Буссенго. В дальнейшем было проведено огромное количество опытов по изучению действия различных

удобрений на качество зерна, в частности, на содержание в нем белка. По мере созревания зерна, в нем уменьшалось содержание сырого протеина, зольных элементов и клетчатки при одновременном повышении крахмала и жира [2, 4]. Это можно объяснить усилением процесса поступления углеводов (общих сахаров) в зерно на последних стадиях его развития.

1. Влияние предшественников и основной обработки почвы на урожай и качество зерна кукурузы

Обработка почвы	Предшественник							
	озимая пшеница после черного пара				ячмень после кукурузы на зерно			
	урожайность, ц/га	содержание в зерне, %			урожайность, ц/га	содержание в зерне, %		
		белок	крахмал	жир		белок	крахмал	жир
В первой ротации севооборота (1991-1998 гг.)								
Чизельная на 25-27 см	37,3	9,3	64,3	4,3	33,7	8,4	62,5	4,4
Плоскорезная на 25-27 см	38,8	9,1	65,4	4,4	32,7	8,5	63,0	4,4
НСП ₀₅ , ц/га	1,3-1,5				1,3-1,8			
Во второй ротации севооборота (1999-2006 гг.)								
Мелкая на 12-14 см	28,8	9,4	66,0	4,4	22,7	8,7	65,5	4,3
Вспашка на 25-27 см	32,3	9,4	65,0	4,5	25,8	9,3	65,6	4,4
НСП ₀₅ , ц/га	1,9-2,2				1,7-2,0			

Сейчас можно считать твердо установленным, что из всех элементов минерального питания прямое влияние на накопление белка в зерне оказывает только азот [3]. При улучшении условий азотного питания повышается концентрация азота в вегетативных органах и количество азота в растении, приходящееся на единицу массы зерна, а это ведет к повышению белковости зерна. Установлено, что с повышением содержания белка в зерне обычно происходит изменение его фракционного состава и снижение содержания в нем крахмала.

В проведенных нами исследованиях установлена четкая закономерность повышения содержания белка в зерне гибридов кукурузы различных групп спелости в результате увеличения доз минеральных удобрений [4]. Однако при внесении удобрений в почву необходимо учитывать и их соотношение. Аналитические данные свидетельствуют о том, что использова-

ние минеральных удобрений в соответствии с рекомендованными зональными нормами обеспечивает увеличение содержания в зерне сырого протеина в оптимально увлажненные годы до 9,8%, а в засушливые годы даже до 10,0-11,5% (табл. 2).

2. Влияние минеральных удобрений на биохимические показатели качества зерна гибридов кукурузы различных групп спелости, % на сухое вещество (в среднем за 1995-1997 гг.)

Варианты	Содержание в % на сухое вещество			
	белок	крахмал	клетчатка	жир
Раннеспелый гибрид Днепровский 203 МВ				
Без удобрений	8,7	61,7	2,7	4,8
$N_{90}P_{90}R_{60}$	9,3	59,5	2,8	5,0
HCP_{095}	0,1-0,3	0,01-0,03	0,01-0,05	0,02-0,06
Среднеранний гибрид Днепровский 284 МВ				
Без удобрений	7,8	61,4	2,3	4,5
$N_{90}P_{90}R_{60}$	9,2	61,0	2,2	4,4
HCP_{095}	0,1-0,4	0,01-0,02	0,02-0,03	0,03-0,06
Среднеспелый гибрид Днепровский 310 МВ				
Без удобрений	8,0	62,0	2,4	4,8
$N_{90}P_{90}R_{60}$	9,2	59,9	2,5	4,9
HCP_{095}	0,2-0,6	0,02-0,06	0,03-0,06	0,03-0,07
Среднепоздний гибрид Днепровский 450 МВ				
Без удобрений	8,2	56,0	2,2	4,4
$N_{90}P_{90}R_{60}$	8,7	63,5	2,6	4,9
HCP_{095}	0,2-0,5	0,1-0,3	0,02-0,04	0,04-0,07

Исследованиями установлено, что в том случае, когда в почве существует дефицит минерального азота, тогда выращенное зерно кукурузы содержит на 1,5-2,5% меньше белка, чем на вариантах с оптимальным азотным режимом. В проведенных исследованиях установлена четкая закономерность повышения содержания в зерне гибридов кукурузы различных групп спелости в результате увеличения доз внесения в почву азотных удобрений. Так, на фоне $N_{60}P_{60}R_{30}$ содержание белка увеличилось на 0,8-1,9%, а на фоне $N_{90}P_{90}R_{60}$ – на 1,5-2,6%. Установлена положительная корреляционная зависимость между содержанием общего азота в растениях в фазе 5-6 листьев и содержанием белка в зерне кукурузы ($r = 0,408-0,904$). Анализ взаимосвязи между содержанием в зерне белка и его аминокислотным составом показал, что увеличение уровня азотного питания приводит к росту содержания в зерне белка, но это осуществляет-

ся, прежде всего, за счет спирторастворимой фракции – зеина. Эта фракция белка, к сожалению, не полноценная, поскольку не содержит в своем составе незаменимой аминокислоты лизина и имеет всего лишь следы триптофана. Увеличение зеиновой фракции, по сравнению с контролем (без удобрений), на среднем фоне составляет 2,3-4,4%, на высоком фоне – 7,8-11,1%. Наряду с увеличением проламиновой фракции несколько возрастает содержание глютелинов. Незначительно снижается или остается на прежнем уровне содержание альбуминов и глобулинов. Установлена тесная корреляционная связь между содержанием белка и проламиновой фракцией. В разные годы коэффициенты корреляции (r) между этими показателями были: 0,520; 0,726 и 0,751. Для остальных фракций определенной зависимости по отношению к содержанию белка не выявлено. На качество зерна кукурузы наиболее благоприятно влияет полное минеральное удобрение. Так, при постепенном увеличении содержания питательных веществ в почве количество общего азота в зерне и его белковость возрастают. Исследованиями установлено, что путем оптимизации минерального питания и, прежде всего, азотного, можно повысить содержание белка в зерне на 1-2%, а также обеспечить повышение урожайности зерна раннеспелых и среднеранних гибридов к уровню среднеспелых и среднепоздних. Но для этого очень важно создать условия хорошей обеспеченности растений азотом в период формирования зерна.

Выводы. 1. Среди изученных предшественников наиболее сильное влияние на продуктивность агроценозов и повышение содержания белка в зерне кукурузы оказывает озимая пшеница после черного пара.

2. Вспашка, чизельная, плоскорезная и мелкая обработка почвы не оказывали существенного влияния на изменение содержания белка в зерне.

3. Наиболее благоприятные условия для получения зерна с высоким содержанием белка складываются при хорошем обеспечении растений азотом, небольшом дефиците продуктивной влаги в почве и оптимальном температурном режиме в период налива зерна.

4. С улучшением условий азотного питания растений путем применения минеральных удобрений увеличение на 1-2% содержания белка в зерне идет, в основном, за счет малоценной в кормовом отношении зеиновой фракции.

Библиографический список

1. Крамарев С. М., Красненков С.В. Повышение кормовых достоинств зерна кукурузы путем увеличения содержания в нем белка // Корми і кормовиробництво. – 2002. – Вип. 48.– С. 164-167.

2. Крамарев С. М. Влияние ЖКУ, КАС и гербицидов на качество зерна // Кукуруза и сорго. – 1991. – № 4. – С. 82-87.

3. Крамарев С. М., Скрипник Л. Н. Интенсивность поступления основных макроэлементов в растения кукурузы в онтогенезе // Агрохимия. – 2002. – № 12. – С. 21-30.

4. Крамарьев С.М. Вплив оптимізованої системи удобрення на біохімічні показники якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості // Корми і кормовиробництво. – 2003. – Вип. 51.– С. 92-96.