

7. *Надточаев, Н.Ф.* Об эффективности производства силоса и зерна из кукурузы / Н.Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 12. — С. 14-20.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – 56 с.
9. *Аликаев, В.А.* Руководство по контролю качества кормов и полноценности кормления сельскохозяйственных животных / В.А. Аликаев; под ред. А.И. Гусева, А.Г. Рогожкина. – М.: Колос, 1967. – 424 с.
10. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.] ; пер. с нем. Г.Н. Мирошниченко. – Москва: Колос, 1974. – 248 с.
11. *Дмитроченко, А.П.* Руководство к практическим занятиям по кормлению сельскохозяйственных животных / А.П. Дмитроченко. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 125 с.
12. *Григорьев, Н.Г.* Определение обменной энергии кормов / Н.Г. Григорьев // Кормопроизводство. – 1992. – №1. – С. 6-9.
13. *Надточаев, Н.Ф.* Выход и качество силоса при различных сроках уборки гибридов кукурузы ФАО 170-290 / Н.Ф. Надточаев, Н.С. Степаненко, М.А. Мелешкевич // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №1. – С. 11-16.

NUTRITIONAL VALUE OF BARLEY AND MAIZE GRAIN FODDERS AND ECONOMIC EFFICIENCY USING DIFFERENT METHODS OF THEIR CONSERVATION

D.N. Volodkin

Research results on chemical composition and nutritional value of barley and maize, economic efficiency of maize grain growing as compared to barley and a postharvest crop are presented in the article. Superiority of maize over barley and oil radish in fodder unit yield and profitability is shown. The maize profitability was 53.2-84.1%, whereas, in the cultivation of grain-fodder barley with postharvest oil radish, it was from -9.9 to +30.7%. The best economic indices on maize and barley are provided by the conservation of wet grain or grain and cob mixture into polymeric tubing

УДК 633.15:631.559:581.1

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ УРОЖАЙНОСТЬЮ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Н.Ф. Надточаев, Н.Л. Холодинская, А.Н. Романович, С.В. Абраскова,
кандидаты с.-х. наук, **М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко**
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 27.01.2016 г.)

Аннотация. Дана сравнительная оценка химического состава и питательности гибридов кукурузы и проведен корреляционный анализ полученных за 2 года данных. Сделан анализ взаимовлияния урожайности и отдельных показателей химического состава и питательной ценности листостебельной массы, зерна и растений кукурузы в целом.

Введение. Посевные площади кукурузы в последние годы возросли до 1 млн га, что свидетельствует о повышенном внимании со стороны белорусских сельхозпроизводителей к данной культуре благодаря ее высоким кормовым

достоинствам. При использовании кукурузы на кормовые цели критериями оценки ее качества являются содержание основных питательных веществ: протеина, жира, крахмала и иных углеводов. Исследованиям химического состава зерна и листостебельной массы кукурузы уделяли внимание как отечественные, так и зарубежные ученые [1-7]. Наряду со всесторонней оценкой питательной ценности гибридов на основании проведения корреляционного анализа полученных данных крайне важно, особенно в селекционных программах, установить закономерности их взаимовлияния и связи с урожайностью.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты с восьмью гибридами кукурузы западноевропейской селекции проводили в 2013-2014 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых (лессовидных) супесях, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика почвы: рН – 5,55-6,05, гумус – 2,17-2,83%, P_2O_5 – 180-217 мг/кг, K_2O – 234-338 мг.

Предшественник – кукуруза бессенно, под которую раз в три года применялись органические удобрения (50 т/га) и ежегодно – минеральные в дозе $N_{150}P_{60}K_{130}$. Срок сева: 7 мая 2013 г. и 24 апреля 2014 г. Способ сева: широко-рядный, ширина междурядий 70 см. После подсчета количества взошедших растений проводилось подравнивание густоты их стояния до 84 тыс./га. По всходам в фазу 3-5 листьев кукурузы применялся гербицид примэкстра голд TZ в норме 3,8 л/га, в фазу 8 листьев проведена междурядная обработка. Учетная площадь опытных делянок 10 м², повторность трехкратная.

Погодные условия 2013 г., несмотря на запоздалую весну, в первой половине вегетационного периода оказались благоприятными по теплу и влаге. Однако дефицит осадков в июле в критический период (47% от нормы) и позднее в августе (51%) приостановил рост растений и початков и не позволил сформировать высокую урожайность.

Вегетационный период 2014 г. характеризовался контрастной погодой: чередованием холодных и теплых периодов с дефицитом осадков в критический период, поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2013 г. составила 1071 °С, в 2014 г. – 972 °С при норме 777, осадков за этот период выпало 394 мм, 417 мм и 370 мм соответственно.

Полевые исследования и статистическую обработку полученных данных проводили согласно общепринятым методикам [8, 9]. Химический состав исследуемых растений кукурузы определяли в филиале «Агробокс» СП ООО «Унибокс» с помощью инфракрасного анализатора «Unity scientific Spectra Star» (FOSS).

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение химического состава зерна кукурузы, листостебельной массы и растений в целом, а также их питательной ценности показало, что показатели качества изменяются от многих факторов: погодных условий, возделываемых гибридов, структуры зерновой и вегетативной части урожая.

По двухлетним данным содержание золы в листостебельной массе у испытуемых гибридов колебалось от 6,94% до 7,40% (таблица 1). Еще в более широких пределах этот показатель изменялся от условий года: в 2013 г. среднее содержание золы в листостебельной массе кукурузы составило 5,33%, в 2014 г. – 9,03%. Аналогичная ситуация наблюдалась и по другим показателям качества: протеину, жиру, обменной энергии, переваримости. В 2014 г. урожайность листостебельной массы была на 44% большей, чем в 2013 г. Лучшие условия для ее формирования и обеспечили большее содержание протеина – на 2,85% (8,67% в 2014 г. против 5,82% в 2013 г.), жира – на 1,15% (3,27% и 2,12% соответственно). Переваримость листостебельной массы составила 54,2%, что на 3,8% больше, чем в 2013 г., содержание обменной энергии – 8,2 МДж/кг сухого вещества против 7,62 МДж в 2013 г. Диапазон колебаний содержания протеина в зависимости от возделываемого гибрида в среднем за 2 года составил 0,78% или в относительных показателях 11,5%, жира – 0,38% или 15,1 относительных процентов, нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) – 4,1% или 6,0% соответственно, кислотно-детергентной клетчатки (КДК) – 2,6% или 6,5%, обменной энергии – 0,24 МДж/кг СВ или 3,1%, переваримости – 1,6% или 3,1%. Однако наибольшая относительная разница между лучшим и худшим показателем в урожайности сухого вещества листостебельной массы составила 21,6%.

Химический состав зерна существенно отличается от такового листостебельной массы и менее подвержен влиянию погодных условий. Зольность в среднем за два года составила от 1,52 до 1,7% при среднем показателе 1,6%, причем в оба года. По сравнению с листостебельной массой содержание золы в зерне было меньшим в 4,5 раза. В то же время в нем на 28% больше протеина, на 44% – жира. Содержание протеина в зерне различных гибридов колеблется от 8,98% до 9,68% при среднем показателе за 2 года 9,31% и разнице по годам 0,31%. Жиры в зерне в зависимости от гибрида накапливаются от 3,55% до 4,16% при среднем показателе 3,89% и колебаниях по годам от 3,83 до 3,95%. Содержание НДК в зерне в 6,7 раза меньше, чем в листостебельной массе. Причем, оно значительно колеблется от условий года – от 9,61 до 11,4%. Между гибридами разница еще большая – от 9,2% до 11,75%. КДК в меньшей степени зависит от условий года (ее содержание изменяется в пределах от 2,52 до 2,63%) и более существенно на этот показатель влияет гибрид (2,1-2,96%). Содержание крахмала в зависимости от условий года изменяется от 68,8% до 70,9%. Точно такие же минимальные и максимальные показатели имеют гибриды. Небольшая разница между гибридами (13,12-13,22 МДж/кг) и по годам (13,14-13,23 МДж/кг) и в содержании обменной энергии в зерне кукурузы. Аналогично этому показателю изменялась переваримость зерна.

Производное химического состава вегетативной массы и зерновой части урожая и ее структуры позволило определить химический состав целого растения и его питательную ценность у испытуемых гибридов кукурузы. Меньше всего зольных элементов в растениях гибридов кукурузы содержалось в 2013 г. (в среднем 3,56%). В 2014 г. этот показатель был выше в 1,74 раза. В среднем по двум годам исследований содержание золы в растениях в зависимости от

гибрида колебалось от 4,66% до 5,16%. Протеина накопилось от 7,91 до 8,37%, в 2014 г. его было больше по сравнению с 2013 г. в 1,2 раза. Почти на такую же величину превышение над 2013 г. отмечено по жиру, НДК, КДК. При среднем показателе содержания жира 3,23% колебания в зависимости от выбора гибрида составляли от 3,12% до 3,41%. НДК в растениях гибридов накопилось от 42,9% до 46,5%, КДК – от 24,6% до 26,9%. Выбор гибрида в более существенных пределах изменяет содержание обменной энергии в растениях кукурузы (10,04-10,34 МДж/кг СВ), чем условия года (10,07-10,27 МДж/кг). Более высокое содержание энергии в растениях получено в 2013 г. при меньшей урожайности сухого вещества.

Корреляционный анализ содержания питательных элементов в листостебельной массе и зерне кукурузы позволил установить насколько сильно влияние первого на второе. Так, по зольным элементам коэффициент корреляции составил 0,31, протеину $r = -0,40$, жиру $r = -0,49$, НДК $r = 0,18$, КДК $r = 0,39$, содержанию обменной энергии $r = 0,38$ и урожайности сухого вещества $r = 0,81$. Таким образом, по содержанию нейтрально-детергентной клетчатки в листостебельной массе и зерне кукурузы корреляционная связь положительная, но слабая, золы, КДК и обменной энергии – средняя, протеина и жира – отрицательная средняя и только по урожайности сухого вещества – сильная положительная.

Таблица 1 – Химический состав кукурузы, ее питательная ценность и сбор сухого вещества (среднее за 2013-2014 гг.)

№ гибрида	В сухом веществе, %								Сбор СВ, ц/га
	Зола	Протеин	Жир	НДК	КДК	Крахмал	ОЭ, МДж/кг	Переваримость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Листостебельная масса									
1	6,98	7,19	2,69	72,9	44,1		7,81	51,6	91,5
2	7,02	7,38	2,52	68,8	42,0		8,04	53,3	102,4
3	7,27	7,58	2,90	70,1	42,6		8,00	52,9	90,8
4	7,40	7,23	2,54	71,4	43,6		7,83	51,8	106,2
5	7,51	7,16	2,76	70,8	43,4		7,91	52,3	110,4
6	7,35	6,80	2,65	70,6	43,5		7,88	52,2	109,6
7	6,94	7,01	2,76	72,7	44,3		7,80	51,7	108,3
8	6,98	7,61	2,74	70,0	41,6		8,00	53,0	104,1
Среднее									
За 2 года	7,18	7,25	2,70	70,9	43,1		7,91	52,4	102,9
2013 г.	5,33	5,82	2,12	70,2	42,6		7,62	50,4	84,5
2014 г.	9,03	8,67	3,27	71,6	43,7		8,20	54,2	121,4
Зерно									
1	1,59	9,16	4,02	10,69	2,69	70,0	13,20	87,4	72,1
2	1,54	9,16	3,92	10,64	2,46	69,5	13,20	87,3	75,2
3	1,52	9,28	3,72	9,20	2,10	70,9	13,22	87,5	71,6
4	1,59	9,46	4,13	11,26	2,58	69,3	13,20	87,4	74,8

Продолжение таблицы 1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	1,70	9,68	4,16	11,75	2,96	68,8	13,16	87,1	79,5
6	1,61	9,64	3,96	10,62	2,59	69,6	13,19	87,3	76,4
7	1,64	8,98	3,55	10,18	2,62	70,4	13,12	86,8	75,5
8	1,60	9,11	3,66	9,78	2,59	70,5	13,17	87,1	72,2
Среднее									
За 2 года	1,60	9,31	3,89	10,52	2,57	69,9	13,18	87,2	74,7
2013 г.	1,60	9,16	3,95	9,61	2,63	70,9	13,23	87,6	75,4
2014 г.	1,60	9,47	3,83	11,4	2,52	68,8	13,14	86,9	73,9
Растения									
1	4,66	8,12	3,30	45,2	25,7		10,22	67,6	163,6
2	4,76	8,20	3,16	43,8	25,0		10,28	68,0	177,6
3	4,77	8,37	3,28	42,9	24,6		10,34	68,4	162,4
4	5,07	8,22	3,22	46,4	26,6		10,07	66,6	181,0
5	5,16	8,30	3,41	45,6	26,2		10,16	67,2	189,9
6	5,08	8,02	3,22	45,9	26,7		10,08	66,8	186,0
7	4,80	7,91	3,12	46,5	26,9		10,04	66,5	183,8
8	4,80	8,32	3,14	44,7	25,3		10,18	67,3	176,3
Среднее									
За 2 года	4,89	8,18	3,23	45,1	25,9		10,17	67,3	177,6
2013 г.	3,56	7,39	2,99	41,5	23,7		10,27	68,0	159,9
2014 г.	6,21	8,97	3,48	48,8	28,1		10,07	66,6	195,3

Корреляционный анализ двухлетних данных химического анализа листостебельной массы растений кукурузы показал (таблица 2), что содержание зольных элементов и жира слабо связано с количеством других питательных элементов в этих органах растения. В то же время протеин находится в сильной обратной связи с КДК ($r = -0,75$) и довольно существенной положительной – с обменной энергией и переваримостью ($r = 0,70$ и $0,66$ соответственно). Содержание НДК и КДК в листостебельной массе растения кукурузы коррелируют сильно ($r = 0,88$), а они, в свою очередь, имеют сильную отрицательную корреляционную связь с содержанием обменной энергии и переваримостью ($r = -0,93 \dots -0,94$).

В отличие от листостебельной массы, содержание золы в зерне имеет сильную положительную связь с КДК ($r = 0,90$), урожайностью зерна ($r = 0,74$) и отрицательную – с содержанием обменной энергии ($r = -0,74$). Накопление протеина и жира в зерне также сильно связано ($r = 0,74$), но эти элементы находятся в обратной зависимости с содержанием крахмала ($r = -0,66$ и $-0,86$ соответственно). Чем больше в зерне жира, тем выше содержание в нем нейтрально-детергентной клетчатки ($r = 0,84$). Содержание клетчатки, особенно нейтрально-детергентной, также находится в обратной зависимости с накоплением крахмала в зерне ($r = -0,96$ по НДК и $-0,70$ по КДК). Рост урожайности зерна влечет за собой увеличение содержания НДК и КДК ($r = 0,76$ и $0,67$ соответственно) и снижение в нем крахмала ($r = -0,81$).

Таблица 2 - Корреляционный анализ данных химического состава и питательной ценности гибридов кукурузы (среднее за 2 года)

Столбец	В сухом веществе, %								Урожайность СВ, ц/га
	Зола	Протеин	Жир	НДК	КДК	Крахмал	ОЭ, МДж/кг	Переваримость	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Листостебельная масса									
2	-0,24								
3	0,01	0,26							
4	-0,16	-0,48	0,16						
5	0,14	-0,75	0,02	0,88					
6									
7	-0,05	0,70	0,08	-0,93	-0,94				
8	-0,09	0,66	0,05	-0,94	-0,94		0,99		
9	0,33	-0,54	-0,33	-0,06	0,12		-0,19	-0,13	
Зерно									
2	0,38								
3	0,25	0,74							
4	0,64	0,59	0,84						
5	0,90	0,34	0,48	0,80					
6	-0,53	-0,69	-0,86	-0,96	-0,70				
7	-0,74	0,24	0,39	-0,16	-0,55	0,04			
8	-0,66	0,30	0,46	-0,08	-0,49	-0,01	0,99		
9	0,74	0,63	0,47	0,76	0,67	-0,81	-0,45	-0,42	
Растения									
2	0,05								
3	0,40	0,41							
4	0,51	-0,64	-0,07						
5	0,58	-0,71	-0,06	0,97					
6									
7	-0,53	0,66	0,25	-0,96	-0,96				
8	-0,53	0,62	0,24	-0,97	-0,95		0,998		
9	0,78	-0,33	-0,03	0,66	0,71		-0,72	-0,71	

В целом растении содержание золы слабо связано только с протеином, по всем другим питательным элементам связь средняя, а сильная положительная она с урожайностью сухого вещества ($r = 0,78$). Содержание протеина в растении кукурузы находится в обратной связи с накоплением клетчатки ($r = -0,64$ по НДК и $-0,71$ по КДК). Следует отметить и положительную связь количества протеина с содержанием обменной энергии в растении ($r = 0,66$) и, в то же время, среднюю обратную связь с урожайностью сухого вещества ($r = -0,33$). Хотя между содержанием сырого протеина в зерне и его урожайностью отмечается средняя положительная корреляционная зависимость ($r = 0,63$). Влияние жира на другие показатели качества кукурузного растения слабое, тогда как увеличение содержания клетчатки влечет за собой снижение переваримости сухого ве-

щества корма и его энергетической питательности ($r = -0,95 \dots -0,97$). Растения более урожайных гибридов накапливают больше НДК и КДК ($r = 0,66$ и $0,71$ соответственно), а по этой причине имеют меньшие показатели переваримости и энергосодержания ($r = -0,71$ и $-0,72$ соответственно).

Выводы

1. Химический состав зерна кукурузы в меньшей степени изменяется от погодных условий, чем сухого вещества листостебельной массы. С ростом ее урожайности содержание золы, протеина, жира существенно возрастает. С увеличением общего сбора сухого вещества возрастает количество не только этих элементов, но и клетчатки.

2. С ростом урожайности сухого вещества листостебельной массы, в отличие от урожайности зерна, содержание в ней протеина и жира снижается в средней степени корреляционной связи.

3. Повышение урожайности зерна влечет за собой увеличение содержания в нем зольных элементов, клетчатки и снижение – крахмала.

4. С увеличением общего сбора сухого вещества гибридов кукурузы содержание золы и клетчатки в растениях повышается, а его переваримость и концентрация обменной энергии падают.

5. Сильная положительная корреляционная связь установлена между содержанием в зерне золы и КДК, протеина и жира, жира и НДК, НДК и КДК, отрицательная – между содержанием золы и обменной энергии, жира и крахмала, НДК и крахмала.

6. Сильная положительная корреляционная связь отмечена между содержанием в растениях кукурузы только НДК и КДК, а отрицательная – между содержанием протеина и КДК, НДК или КДК и обменной энергии, НДК или КДК и переваримостью сухого вещества.

Литература

1. *Надточаев, Н.Ф.* Выход и качество силоса при различных сроках уборки гибридов кукурузы ФАО 170-290 / Н.Ф. Надточаев, Н.С. Степаненко, М.А. Мелешкевич // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №1. – С.11-16.

2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛЮ», 2006. – 390 с.

3. *Жужукин, В.И.* Биохимическая оценка сортообразцов кукурузы / В.И. Жужукин, Л.А. Гудова, С.А. Зайцев // Кукуруза и сорго. – 2012. – №3. – С. 3-7.

4. *Сотченко, Е.Ф.* Сравнительная оценка химического состава зерна самоопыленных линий кукурузы / Е.Ф. Сотченко, Е.В. Жиркова, В.В. Мартиросян, Е.А. Конарева // Кукуруза и сорго. – 2015. – №2. – С. 11-17.

5. *Зезин, Н.Н.* Перспективные гибриды кукурузы для возделывания на силос и зерно в условиях Среднего Урала / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, В.Р. Лаптев // Кормопроизводство. – 2015. – №11. – С. 25-28.

6. *Has, V.* Characterization of «TURDA» maize germplasm for the chemical composition of the grain / Has V., Has I., Pamfil D., Copandean A. // Romanian agr. research / Agr. research and development inst. – Fundulea, 2010. – №27. – P. 59-67.

7. *Belo, O.B.* Agro-nutritional variations of quality protein maize (*Zea mays* L.) in Nigeria / Bello O.B., Olawuyi O.J., Ige S.A., Mahamood J., Afolabi M.S., Azeez M.A., Abdulmalik S.Y. // J.

of agr. science / Univ. of Belgrade, Fac. of agriculture. – Belgrade, 2014; vol.59. – №2. – P. 101-116.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – 56 с.

9. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 385 с.

CORRELATION RELATIONSHIPS BETWEEN YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF MAIZE HYBRIDS

N.F. Nadtochayev, N.L. Kholodinskaya, A.N. Romanovich, S.V. Abraskova, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko

The comparative evaluation of chemical composition and nutritive value of maize hybrids is given. The correlation analysis of the data obtained for two years was carried out. The analysis of the interinfluence of yield and some indices of the chemical composition and nutritive value of leaves and stalks, grain and plants of maize in whole was done.

УДК 633.15:636.085:631.5

ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИ ПОВТОРНОМ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ НА СИЛОС

Н.Ф. Надточаев, С.В. Абраскова, Н.Л. Холодинская, кандидаты с.-х. наук, М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.01.2016 г.)

Аннотация. *В статье представлены результаты двухлетних исследований по изучению отзывчивости гибридов кукурузы белорусской (Полесский 195) и немецкой (Рикардинио) селекции на применение страхового или почвенного гербицида, различных доз минерального азота (90 и 150 кг/га), внесение органических удобрений при повторном выращивании. Показано влияние этих факторов на величину затрат, чистого дохода, рентабельности и себестоимости кормовой единицы. Установлено, что максимальное значение чистого дохода у обоих гибридов получено в варианте с ежегодным использованием почвенного гербицида примэкстра голд в норме 3,5 л/га, 90 кг/га азота и 50 т/га органических удобрений, внесенных в первый год.*

Введение. Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур. Ее мировое производство постоянно растет: с 2004 г. по 2014 г. оно увеличилось в 1,65 раза. Объемы производства кукурузы растут как за счет расширения площади посевов, так и за счет постоянного повышения урожайности. Даже в регионах, преодолевших планку в 100 ц/га зерна, урожайность кукурузы продолжает ежегодно расти более чем на 1% [1]. В 2015 г. в мире кукуруза на зерно возделывалась на 178 млн га, из них на долю ЕС приходилось 5,1%, на силос – 16,8 млн га, из них в ЕС – 35,7%. Наибольшие площади посева силосной кукурузы в Германии – 2,1 млн га и Франции – 1,44 млн га [2].