

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЕКСТРУДОВАНОГО ПРОДУКТУ СУМІШІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ, ЯЧМЕНЮ З ПЛОДООВОЧЕВИМИ СКЛАДОВИМИ

К. В. Костецька, кандидат сільськогосподарських наук

І. Ф. Улянич, кандидат технічних наук

Уманський національний університет садівництва

М. І. Голубєв, кандидат сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті описані зміни хімічного складу комбікормових зернових сумішей кукурудзи, ячменю з плодоовочевими компонентами та вичавками перед і після екструдювання. Встановлено, що суміші подрібненого зерна з плодоовочевими компонентами під час екструдювання втрачають значну частку вологи, жирів, крохмалю, клітковини за збільшення масової частки загальних цукрів і декстринів. За рахунок високих температур і тиску розкладалися полісахариди на простіші речовини, зокрема – декстрини, масова частка яких зростала. Також, в екструдюваних продуктах збільшувалась частка загальних цукрів.

Ключові слова: комбікорм, ячмінь, кукурудза, плодоовочеві компоненти, суміш, екструдювання, хімічний склад.

Постановка проблеми. Останнім часом в комбікормовій промисловості безперервно підвищуються вимоги до якості комбікормів, удосконаленню технології, розширюється номенклатура сировини, асортимент продукції. Особливі вимоги пред'являються до комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин, птиці, домашніх тварин тощо.

Тому, для підвищення якості кормів і вдосконалення раціону харчування тварин, у тому числі й у приватних господарствах населення, актуальним є введення до складу корму плодоовочевої сировини, що містить у своєму складі збалансований комплекс білків, ліпідів, амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів, а також має високі поживні та кормові властивості [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Годівля тварин незбалансованими кормами призводить до порушення обміну речовин в органах і тканинах, до їх морфологічних та функціональних змін, а також до зниження рівня імунітету організму [3, 4].

Під час виробництва збалансованих кормів доцільно попередньо дослідити показники якості запропонованої сировини, а також зміни її хімічного складу, що проходять під час попередньої обробки, та розробити технологічні прийоми щодо її введення до складу комбікорму. Так, за даними

Елсукова М. П. та ін. [5] ячмінні корми характеризуються таким вмістом поживних елементів, %: вода – 16, протеїн – 11,5, жири – 3,0, клітковина – 2,4, (БЕР) безазотисті екстрактні речовини – 67,9, зола – 2,2.

В останні роки вчені почали приділяти більше уваги смаковим добавкам, які застосовуються для покращення смаку корму, а також для надання йому специфічних смакових властивостей. Використання «природних» кормових добавок, таких, як плодовоовочеві рослини та їх вичавки, призводить не лише до надання специфічного смаку та запаху, але й сприяє кращому засвоєнню основних компонентів комбикормів [6, 7]. Так, додавання до концентрованих кормів 10–12 % буряків підвищує добовий приріст у вазі свиней до 12 % [8].

Склад і властивості плодовоовочевих рослин, наявність білку, амінокислот, вітамінів і мікроелементів дозволяє віднести їх до біологічно активних речовин і з цієї точки зору розглядати як ефективні кормові біодобавки [9].

Перетравлюваність кормів з екструдованим компонентом підвищується на 9–10 %. У процесі екструзійної обробки перероблений матеріал піддається цілому ряду фазових перетворень із крихкого скловидного стану у високоеластичний, а потім у в'язко-текучий [10].

Методика досліджень. *Екструдування в лабораторних умовах.* Екструдування комбикормових сумішей проводили в лабораторних умовах УНУС на прес-екструдері українського виробництва марки КЭШ-1 продуктивністю 20 кг/год, а також на лабораторному екструдері ПЭК-40х5В продуктивністю 30 кг/год у Національному університеті харчових технологій (НУХТ).

Зерно подрібнювали на молотковій дробарці (марки ДМ-03) використовуючи сита з різним діаметром отворів (6,0 мм; 4,0 мм; 3,0 мм). Отримали продукт з різною крупністю помелу і різним гранулометричним складом.

Овочеві компоненти очищували від ґрунтових та інших домішок шляхом сортування та миття.

Суміші з додаванням до зерна овочевих компонентів створювали вручну, шляхом змішування різних співвідношень компонентів.

Подача продукту в екструдер здійснювали вручну та за допомогою віброживильника. Під час процесу екструдування реєстрували показники амперметра, термометра і фіксували час.

Продукт після екструдування охолоджували при кімнатній температурі та відносній вологості 60 %. Після охолодження зразки продукту пакували в окрему герметичну тару, частину з якого попередньо подрібнювали.

Методи визначення хімічного складу продукції. Зразки нативної сировини та екструдованих зернових компонентів подрібнювали на лабораторному млині ЛЗМ, просіювали крізь металеве сито № 025 і аналізували. Для деяких досліджень проводили спеціальну підготовку зразків,

яка наведена у відповідних методиках.

Загальний вміст білкових речовин визначали методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 5983–2003 «Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білку методом К'ельдаля (ISO 5983:1997, IDT)», що затверджений на заміну ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»; амінокислотний склад білку – методом іонообмінної рідинної колонкової хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі Т-339 [11, 12].

Вуглеводно-лігніновий комплекс вивчали за такими показниками: вміст крохмалю, визначення якого проводили об'ємним методом, запропонованим Х. Починком [9] ДСТУ ISO 6493:2008 «Корми для тварин. Визначення вмісту крохмалю поляриметричним методом (ISO 6493:2000, IDT)», вміст сирої клітковини – згідно ДСТУ ISO 6865:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирої клітковини методом проміжного фільтрування (ISO 6865:2000, IDT) на заміну ГОСТ 13496.2–91 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки»; вміст цукрів – прискореним йодометричним методом [13]; загальний вміст декстринів – за методикою М. П. Попова і Е. Ф. Шаненко [14].

Визначення масової частки сирого жиру проводили на основі екстракції продукту діетиловим ефіром за методом Сокслета [15, 16] за ДСТУ ISO 6492–2003 «Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT)»; ступінь окислення продукту визначали за зміни таких показників: кислотного та перекисного числа жиру згідно методичних вказівок щодо нормування і контролю кислотного і перекисного числа жиру в кормах і комбікормах №15-15/39 [17].

Зольність визначали за ГОСТ 28418-89 «Зерновые, бобовые и продукты их переработки. Методы определения зольности»; визначення вмісту кальцію та фосфору проводили згідно ДСТУ ISO 6490-1:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту кальцію. Частина 1. Титриметричний метод (ISO 6490-1:1985, IDT)» і ДСТУ ISO 6491:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту фосфору. Спектриметричний метод (ISO 6491:1998, IDT)».

Результати досліджень. Проведені дослідження зернової суміші кукурудзи з плодоовочевими компонентами перед екструдуванням і після показали, що у результаті екструдування відбулися суттєві зміни хімічного складу продукції.

Функціональні властивості і цінність комбікорму, отриманого на основі зернових культур та плодоовочевої сировини залежать від кількісного співвідношення біополімерів, які входять до їх складу. І у першу чергу крохмалю на 70–90 %, а також білків, ліпідів та деяких інших речовин (табл. 1, 2). Функціональні властивості і цінність корму залежать також від способу обробки вихідної сировини.

1. Хімічний склад суміші кукурудзи з плодоовочевими компонентами і вичавками до екструдювання

(n=2, P ≥ 0,9)

Компонент	Співвідношення суміші	Вологість, %	Вміст, % на СР							
			Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	Зола	БЕР	Крохмаль	Загальний цукор	Декстрини
Кукурудза (К)	100:0	13,2	10,3	5,4	2,5	1,8	79,9	67,3	1,9	2,0
Морква	90:10	20,7	10,3	5,4	2,6	1,8	80,0	66,4	2,7	2,0
Буряк	90:10	21,1	10,3	5,4	2,6	1,8	79,9	66,8	2,4	2,0
Картопля	90:10	20,1	10,3	5,3	2,5	1,8	80,0	67,4	2,0	2,0
Пастернак	90:10	19,6	10,2	5,3	3,1	1,8	79,6	66,1	2,5	2,0
Вичавки виноградні	90:10	16,7	10,4	5,9	4,0	2,0	77,7	63,3	2,2	1,9
<i>HIP₀₅</i>		<i>0,94</i>	<i>0,52</i>	<i>0,28</i>	<i>0,15</i>	<i>0,09</i>	<i>3,96</i>	<i>3,31</i>	<i>0,12</i>	<i>0,10</i>

2. Хімічний склад суміші кукурудзи з плодоовочевими компонентами і вичавками після екструдювання

(n=2, P ≥ 0,9)

Компонент	Співвідношення суміші	Вологість, %	Вміст, % на СР							
			Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	Зола	БЕР	Крохмаль	Загальний цукор	Декстрини
Кукурудза (К)	100:0	8,4	8,1	4,8	1,9	1,7	81,6	56,2	2,5	12,5
Морква	90:10	12,2	8,3	5,2	2,0	1,8	80,7	53,6	3,5	14,0
Буряк	90:10	13,0	8,2	5,3	2,1	1,8	81,0	54,8	3,2	13,2
Картопля	90:10	11,7	8,0	5,1	2,0	1,8	81,0	60,1	2,8	8,5
Пастернак	90:10	11,3	8,2	4,7	2,5	1,9	80,7	55,1	3,3	12,2
Вичавки виноградні	90:10	9,8	8,3	5,6	3,3	1,9	79,5	56,4	3,0	8,0
<i>HIP₀₅</i>		<i>0,56</i>	<i>0,41</i>	<i>0,26</i>	<i>0,12</i>	<i>0,09</i>	<i>4,04</i>	<i>2,81</i>	<i>0,15</i>	<i>0,57</i>

Проведені дослідження показали, що у суміші подрібненої кукурудзи з плодоовочевими компонентами під час екструдювання втрачають значну частку вологи – 4,8...8,5 %, яка випаровується за рахунок високої температури та різкої зміни тиску. Також разом з вологою випаровується невелика частина

жирів, що частково розкладаються на ефірні речовини, частка яких зменшилась на 0,1...0,5 %.

Водно-теплова обробка суттєво впливає на крохмаль, частка якого зменшилась на 6,9...12,8 %.

За рахунок високих температур і тиску, полісахариди розкладаються на простіші речовини, зокрема – декстрини, масова частка яких зросла на 6,1...12,0 %. Також збільшилась частка загальних цукрів на 0,6...0,8 %.

Вміст клітковини навпаки зменшився на 0,5...0,7 %, що в свою чергу, позитивно впливає на засвоєння готового корму з екструдованих сумішей.

Проведені дослідження зернової суміші ячменю зі плодоовочевими компонентами перед екструдуванням і після показали, що у результаті екструдування відбувається суттєві зміни хімічного складу вихідної продукції (табл. 3, 4).

За даними табл. 3, 4 під час екструдування у кормових сумішах зменшується вміст сирого протеїну на 2,0–2,2 %, як одного з основних показників, які лімітують продуктивність тварин. Відомо, що нестача навіть 1 % кормового білку у раціоні тварин веде до перевитрати 2–2,5 % кормів і підвищенню собівартості продукції на 4–5 %.

Проведені дослідження показали, що у суміші подрібненого ячменю з плодоовочевими компонентами зі збільшенням концентрації плодоовочевого компоненту, зокрема, моркви та буряку, у сировині відбувається зменшення кількості крохмалю. Так, за вмісту даних компонентів 2,5 % вміст крохмалю був на рівні 57,6–57,8 % на СР. Підвищення вмісту овочів до 22,5 % викликало зниження вмісту крохмалю до 52,1 і 51,3 % на СР.

Введення у кормосуміш інших культур, таких як картопля, пастернак та вичавки виноградні, не викликало зниження вмісту крохмалю і його вміст залишався на однаковому рівні.

У екструдованих кормах на 1,1–1,7 % зменшується об'єм сирогої клітковини, основу якої складає целюлоза, геміцелюлоза та інкрустуючі речовини клітинних стінок (легнін, кутин, суберин), що визначає найменш цінну частину корму.

Аналізи показали, що готовий корм містить на 1,6–2,3 % більше безазотистих екстрактивних речовин (БЕР). Так, меншим вмістом БЕР характеризувалися кормові сумішки з додаванням виноградних вичавок. Безазотисті екстрактивні речовини в основному представлені малозасвоюваним крохмалем, який в процесі теплової обробки розкладається на простіші речовини – декстрини, вміст яких збільшився в 10 разів (+14,6...16,4 %). У приготовлених кормосумішках збільшується вміст легкозасвоюваних цукрів на 0,4–0,8 %, що дозволяє повніше збалансувати раціони тварин по цукро-протеїновому співвідношенню, що особливо важливо для господарств, які не мають площ кормових коренеплодів.

В процесі екструдування суміш втрачає невелику частку жирів, як найбільш концентрованим джерелом енергії, за згорання 1 г виділяється в середньому 38 кДж енергії, що у 2,2 рази більше, ніж за згорання аналогічної кількості вуглеводів. Так, у свіжоприготовлених кормосумішах кількість сирого жиру була на рівні 2,6–3,2 %.

3. Хімічний склад суміші ячменю з плодовоовочевими компонентами і вичавками виноградними до екструдювання

(n=2, P ≥ 0,9)

Компонент	Співвідношення суміші	Вологість, %	Вміст, % на СР							
			Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	Зола	БЕР	Крохмаль	Загальний цукор	Декстрини
Ячмінь (К)	100:0	14,3	12,7	2,6	6,3	3,6	74,5	62,4	1,3	1,4
Морква	90:10	21,6	12,6	2,6	6,3	3,7	74,8	61,6	2,1	1,4
Буряк	90:10	22,1	12,7	2,6	6,3	3,7	74,7	61,9	1,8	1,4
Картопля	90:10	21,1	12,6	2,6	6,2	3,7	74,9	62,7	1,4	1,4
Пастернак	90:10	20,6	12,5	2,6	6,8	3,7	74,5	61,3	1,9	1,4
Вичавки виноградні	90:10	17,7	12,6	3,2	7,6	3,7	72,8	58,7	1,6	1,3
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,98</i>	<i>0,62</i>	<i>0,14</i>	<i>0,33</i>	<i>0,19</i>	<i>3,72</i>	<i>3,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>

4. Хімічний склад суміші ячменю з плодовоовочевими компонентами і вичавками виноградними після екструдювання

(n=2, P ≥ 0,9)

Компонент	Співвідношення суміші	Вологість, %	Вміст, % на СР							
			Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	Зола	БЕР	Крохмаль	Загальний цукор	Декстрини
Ячмінь (К)	100:0	9,2	10,3	2,4	5,2	3,5	76,3	51,8	1,8	11,5
Морква	90:10	12,7	10,4	2,2	5,1	3,5	76,5	50,7	2,9	11,5
Буряк	90:10	13,6	10,4	2,2	4,8	3,4	77,0	49,9	2,4	12,8
Картопля	90:10	12,2	10,3	2,1	5,1	3,7	76,5	50,5	1,8	13,2
Пастернак	90:10	11,9	10,2	2,2	5,6	3,6	76,1	49,4	2,6	12,6
Вичавки виноградні	90:10	10,4	10,4	3,0	5,9	3,5	75,1	50,7	2,2	8,7
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,58</i>	<i>0,52</i>	<i>0,12</i>	<i>0,26</i>	<i>0,18</i>	<i>3,81</i>	<i>2,53</i>	<i>0,11</i>	<i>0,59</i>

В процесі теплової обробки жири за рахунок гідролізу розкладаються на

жирні кислоти і гліцерини, частина з яких випаровуються разом з вологою. За рахунок чого при екструдюванні присутній яскраво виражений аромат складових сумішей. У екструдюваних кормах кількість жиру в середньому зменшилась на 0,2–0,5 %.

Висновки. Отже, екструдювання зерна з овочевими компонентами покращує цінність корму за рахунок збільшення легкодоступних цукрів і декстринів, та зменшення частки важко перетравної клітковини. Після екструдювання кормова маса набуває приємних органолептичних якостей, що сприяє її споживанню. Якісний склад кормових сумішей стає кращим і більш доступним для тварин.

Результати хімічних аналізів кормосуміші до екструдювання і після показали, що найбільше корисних речовин після дії високих температур в екструдері залишається у сумішах, де складовими є ячмінь і вищим вмістом кальцію вирізнялися суміші з додаванням до зернового продукту моркви і пастернаку.

Література

1. Улянич І. Ф., Костецька К. В., Голубев М. І. Оцінювання мікробіологічного стану кормових сумішей у процесі їхнього зберігання. *Вісник Уманського НУС*. 2017. Випуск 1. С. 29–32.
2. Улянич І. Ф., Костецька К. В., Голубев М. І. Розроблення рецептів комбікормів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Випуск 91. С. 121–129.
3. Дурст Л., Виттман М., Ибатулина И. та ін. Кормление сельскохозяйственных животных. Винница: Нова книга, 2003. 384 с.
4. Кулик М. Ф. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія. Вінниця: Тезис, 2003. 334 с.
5. Елсуков М. П., Тютюнников А. И., Митрофанов А. С. та ін. Однолетние кормовые культуры. Москва : Колос, 1967. 351 с.
6. Ибрагимов А. Вкусовые и ароматические добавки в кормах животных. *Комбикорма*. 2003. Випуск 5. С. 63.
7. Naufer A. L., Smith A. C. The vthanical properties of extruded food foams. *J. Mater. Sci.* 1986. Випуск 10. Р. 3729–3736.
8. Царенко О. М., Троценко В. І., Жатов О. Г. Рослинництво з основами кормовиробництва. Суми: Університетська книга. 2003. 384 с.
9. Кулаков А. В. Биологическая и питательная ценность отходов фитохимических производств и их применение как кормовых бiодобавок. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 1998. Випуск 7. С. 54–55.
10. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства. Москва : Агропромиздат. 1985. 256 с.
11. ДСТУ 4924:2008. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого протеїну. Метод К'ельдаля (ISO 5983:1997, IDT). Київ. 2008. 14 с.
12. Клейменов В. Н., Вертаков К. Б. Экструдирование зерновых кормов. *Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства* –

ВНИИ электрификации сельского хозяйства. 1984. Выпуск 3/52. С. 58–64.

13. ГОСТ 23513-79. Брикеты и гранулы кормовые. Технические условия. Москва : Госстандарт России. 1979. 5 с.

14. Егоров Б. В., Бурдо О. Г., Гончаренко В. В. Экструдирование при переработке кормов повышенной влажности. *Хранение и переработка зерна*. 2005. Выпуск 9. С. 33–37.

15. ДСТУ ISO 6865:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування. Технічні умови. Київ. 2004. 11 с.

16. Орлов А. И., Остриков А. И., Афанасьев В. А. Влияние процесса экструдирования на сохранность витаминов в зерне ячменя и пшеничных отрубях. *Труды ВНИИКП*. 1983. Выпуск 23. С. 151–159.

17. Желтов Ю. А. Экструдирование гранулы комбикормов при выращивании рыб. Первая Международная научно-практическая конференция по экструзионным технологиям в сельском хозяйстве и пищевой промышленности EXTRUTEС. Черкассы. 2004. С. 129.

References

1. Ulianych, I. F., Kostetska, K. V., Holubiev, M. I. (2017). Estimation of the microbiological state of feed mixtures in the process of their storage. *Bulletin of Uman national university of horticulture*. Uman, 2017, no. 1, p. 29–32. (in Ukrainian).

2. Ulianych, I. F., Kostetska, K. V., Holubiev, M. I. (2017). Development of recipes for mixed fodders. *Scientifik papers of Uman national university of horticulture*. Uman, 2017, no. 91, p. 121–129. (in Ukrainian).

3. Durst, L., Vittman, M., Ibatulina, I., Provatorova, G. (2003). Feeding farm animals. Vinnitsa: The New Book, 2003. 384 p. (in Russian).

4. Kulyk, M. F. (2003). Foods: evaluation, use, livestock production, ecology. Vinnitsa: Thesis, 2003. 334 p. (in Ukrainian).

5. Elsukov, M. P., Tyutyunnikov, A. I., Mitrofanov, A. S., Shishkin, A. I. (1967). Annual fodder crops. Moscow: Kolos, 1967. 351 p. (in Russian).

6. Ibragimov, A. (2003). Flavors and aromatic additives in animal feeds. Mixed fodder. 2003, no. 5, p. 63. (in Russian).

7. Haufer, A. L., Smith, A. C. 9. (1986). The vthanical properties of extruded food foams. *J. Mater. Sci*, 1986, vol. 21, no. 10, pp. 3729–3736. (in English).

8. Tsarenko, O. M., Trotsenko, V. I., Zhatov, O. G., Zhatov, G. O. (2003). Roslinnitsvo with the basics of fodder plant. Sumi: The University Book, 2003. 384 p. (in Ukrainian).

9. Kulakov, A. V. (1998). Biological and nutritional value of waste phytochemical production and their use as feed additives. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 1998, no. 7, pp. 54–55. (in Russian).

10. Chernyaev, N. P. (1985). Feed mill technology. Moscow: Agropromizdat, 1985. 256 p. (in Russian).

11. State Standard 4924:2008. Feed for the creature. Vznachennya vmistu nitrogen and computation vmistu of the blue proteinu. K'jeldahl's method (ISO 5983:1997, IDT). Kyiv: Standartinform Publ., 2008. 14 p. (in Ukrainian).

12. Kleimenov, V. N. Vertakov, K. V. (1984). Extruding cereals. Scientific and technical bulletin on electrification of agriculture. Institute of Electrification of Agriculture, 1984, vol. 3/52, pp. 58–64. (in Russian).
13. State Standard 23513-79. Briquettes and pellets fodder.. Specifications. Moskov: Standartinform Publ., 1979. 5 p. (in Russian).
14. Egorov, B. V., Burdo, O. G., Goncharenko, V. V. (2005). Extruding during processing of forages of high humidity. *Grain storage and processing*, 2005, no. 9, pp. 33–37. (in Russian).
15. State Standard 6865:2004. Feed for the creature. Vznachennya vmistu siroy klitkovini by the method of industrial filtration. Kyiv: Standartinform Publ., 2004. 11 p. (in Ukrainian).
16. Orlov, A. I., Ostrikov, A. I., Afanasyev, V. A. (1983). The effect of the extrusion process on the preservation of vitamins in the grain of barley and wheat bran. Proceedings of VNIKIP, 1983, vol. 23, pp. 151–159. (in Russian).
17. Zheltov, Yu. A. (2004). Extruding the pellets of mixed fodders when growing fish. The First International Scientific and Practical Conference on Extrusion Technologies in Agriculture and Food Industry EXTRUTEС. Cherkassy, 2004. 129 p. (in Russian).

Одержано 04.10.2017

Аннотация

Улянич И. Ф., Костецкая Е. В., Голубев М. И.

Химический состав экструдата кукурузы, ячменя с плодовоовощными составляющими

Актуальность статьи обусловлена раскрытием в ней существенной проблемы, которая сегодня стоит перед Украиной и большинством стран СНГ – это продовольственная безопасность, которую практически невозможно решить без улучшения уровня технологий в производстве комбикормов и повышение их качества, которые взаимообусловлены рациональным применением кормового сырья, объемом технологических процессов обработки и полнотой использования для откорма сельскохозяйственных животных.

Отмечено, что при производстве сбалансированных кормов целесообразно предварительно исследовать показатели качества предлагаемого сырья, а также изменения его химического состава, проходящих во время предварительной обработки, и разработать технологические приемы по их введению в состав комбикорма. Кормление животных несбалансированными кормами приводит к нарушению обмена веществ в органах и тканях, в их морфологических и функциональных изменений, а также к снижению уровня иммунитета организма.

Авторами доказано, что перевариваемость кормов с экструдированным компонентом повышается на 9–10 %. В процессе экструзионной обработки переработанный материал подвергался целому ряду фазовых превращений из хрупкого стекловидного состояния в высокоэластичный, а затем в вязко-текучий.

В статье описаны изменения химического состава комбикормовых зерновых смесей кукурузы, ячменя с плодовоовощными компонентами и выжимками перед и после экструдирования.

Проведенные исследования показали, что смеси измельченной кукурузы с плодовоовощными компонентами во время экструдирования теряют значительную часть влаги – 4,8–8,5 %, которая испаряется за счет высокой температуры и резкого изменения давления. Также, вместе с влагой испаряется небольшая часть жиров, что частично разлагаются на эфирные вещества, доля которых уменьшалась на 0,1–0,5 %.

Водно-тепловая обработка существенно влияла на крахмал, доля которого уменьшалась в экструдированной смеси с кукурузой на 6,9–12,8 %. В свою очередь, повышение содержания овощей в смеси с ячменем до 22,5 % вызвало снижение содержания крахмала до 52,1 и 51,3 % в СВ. Тогда как, введение в кормосмеси с ячменем других культур, таких как картофель, пастернак и виноградных выжимок, не вызывало снижения содержания крахмала и его содержание оставался на одном уровне.

За счет высоких температур и давления, полисахариды разлагались на более простые вещества, в частности – декстрины, массовая доля которых выросла на 6,1–12,0 %. Также увеличивалась доля общих сахаров, на 0,6–0,8 %.

Отмечено, что содержание клетчатки уменьшается для образцов с кукурузой на 0,5–0,7 %, что в свою очередь, положительно влияет на усвоение готового корма из экструдированных смесей. Тогда как, в экструдированных кормах из зерна ячменя уменьшается объем сырой клетчатки на 1,1–1,7 %, основу которой составляет целлюлоза, гемицеллюлоза и инкрустируемые вещества клеточных стенок (легнин, кутин, суберин), что определяет наименее ценную часть корма.

Статья завершается выводами, в которых отмечено, что экструдирование зерна с овощными компонентами улучшает ценность корма за счет увеличения легкодоступных сахаров и декстринов, и уменьшение доли трудно перевариваемой клетчатки. После экструдирования кормовая масса приобретает приятных органолептических качеств, что способствует ее потреблению. Качественный состав кормовых смесей становится лучше и более доступным для животных.

Ключевые слова: комбикорм, ячмень, кукуруза, плодоовощные компоненты, смесь, экструдирования, химический состав.

Annotation

Ulianych I.F., Kostetska K.V., Holubiev M.I.

Chemical composition of corn, barley extrudate with fruit-and-vegetable ingredients

It was noted that it was reasonably to study quality indexes of the proposed raw material, as well as changes in its chemical composition which took place during preliminary processing, and to develop technological methods for its introduction to mixed fodder composition during production of balanced fodder. Feeding of animals with unbalanced fodder led to a disturbance of metabolism in organs and tissues, to their morphological and functional changes, as well as to a decrease in the immunity level of the organism.

The authors proved that digestion of fodder with the extruded component increased by 9–10 %. Processed material was given in a whole series of phase transformations from a fragile glass-like state into a highly elastic and then into a viscous-fluid state in the process of extrusion processing.

The article described changes in the chemical composition of mixed fodder grain mixtures of corn, barley with fruit-and-vegetable components and pressed skins before and after extrusion.

Conducted studies showed that a significant proportion of moisture – 4,8–8,5 % which evaporated due to a high temperature and sharp changes in pressure was lost in the mixture of minced corn with fruit-and-vegetable components during extrusion. Also, a small amount of fats which partially decomposed on ether substances whose fraction decreased by 0,1–0,5 % evaporated along with moisture.

Water-and-heat treatment significantly affected starch, a part of which decreased in the extruded mixture with corn by 6,9–12,8 %. In turn, increasing of vegetables content in a mixture with barley to 22,5 % caused decreasing of starch content to 52,1 and 51,3 % on dry substance. Whereas, introduction of other crops such as potato, parsnip and grape pressed skins to the fodder mixture together with barley did not cause a decrease in the content of starch and its content remained at the same level.

Polysaccharides decomposed into simpler substances in particular - dextrin, which mass fraction increased by 6,1–12,0 % due to high temperatures and pressures. Also, a part of total sugars grew by 0,6–0,8 %.

On the contrary, the content of cellulose lessened for the samples with corn by 0,5–0,7 %,

which in turn positively influenced the assimilation of finished fodder from extruded mixtures. Whereas, the volume of raw fiber reduced by 1,1–1,7 % in extruded fodders from barley grain; its basis was formed of cellulose, hemicellulose and intrinsic substances of cell walls (lignan, cutin, suberin) which determined the least valuable part of the fodder.

The article ended with the conclusions where was noted that extrusion of grain with vegetable components improved the value of fodder by increasing of easily accessible sugars and dextrin and reducing of a part of hard-to-digest cellulose. Fodder mass after extrusion acquired pleasant organoleptic qualities which promoted its consumption. Qualitative composition of fodder mixtures became better and more accessible to animals.

Keywords: mixed fodder, barley, corn, fruit and vegetable components, mixture, extruding, chemical composition.

УДК 633.19: 631.559

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ

**В. В. Любич, кандидат сільськогосподарських наук
Л. Л. Новак, кандидат сільськогосподарських наук
В. В. Возіян, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва**

Наведено результати вивчення основних технологічних властивостей зерна тритикале озимого за різних норм азотних добрив. Встановлено, що зерно тритикале озимого сорту Алкід має високі показники маси 1000 зерен і склоподібності, які свідчать про високі борошномельні властивості. Поліпшення умов азотного живлення сприяє підвищенню маси 1000 зерен. Натура зерна та його склоподібність істотно не змінюються залежно від удобрення.

Ключові слова: тритикале озиме, вміст білка, склоподібність, маса 1000 зерен, натура зерна, азотні добрива.

Постановка проблеми. Значна територія України належить до зони ризикованого землеробства, що характеризується несприятливими погодними умовами. В умовах низької перезимівлі пшениці озимої та ячменю озимого тритикале озиме здатне забезпечувати високу перезимівлю і врожай зерна [1]. Крім цього для проростання зерна тритикале необхідно менше вологи (8–10 мм доступної вологи) порівняно з пшеницею [2].

Можливість застосування борошна тритикале у виготовленні хліба приваблювала вчених і технологів з моменту створення сортів цієї культури. Підвищений вміст білка збагаченого на незамінні амінокислоти, багатий вітамінний та провітамінний склад (каротиноїди) вигідно відрізняє тритикале від пшениці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оптимальні умови живлення забезпечують підвищення врожайності та поліпшення якості продукції. Важлива роль належить ефективному використанню добрив, які сприяють