



**Єгоров, Б. В.** Технологія виробництва комбікормів [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закл. напряму «Харчова технологія та інженерія» за програмами бакалаврів і спец. «Технологія зберігання та переробки зерна» за програмами спеціалістів і магістрів / Єгоров Богдан Вікторович. – Одеса : Друк. дім, 2011. – 448 с. : табл., рис. - Бібліогр.: с. 446-447. – ISBN 978-966-389-284-9.

У підручнику розглянуто роль, призначення та способи згодовування комбікормів, викладені дані щодо оцінки їх поживної цінності, наведено характеристику кормової сировини та розглянуто організацію виробництва комбікормів, технології приймання, розміщення та зберігання сировини, технології її підготовки до виробництва комбікормів, технології дозування та змішування, а також чотири покоління технологій виробництва комбікормів. Викладено основи контролю якості сировини і комбікормів, ефективного управління та безпечної експлуатації комбікормових заводів.

Для студентів вищих навчальних закладів напряму «Харчова технологія та інженерія» за програмами бакалаврів і спеціальності «Технологія зберігання та переробки зерна» за програмами спеціалістів і магістрів, а також для фахівців комбікормової промисловості.

## ВСТУП

Кожен з нас, мабуть, пам'ятає свою першу зустріч з професійною книгою. Навчаючись на студентській лаві, такі книжки оцінюєш насамперед за доступністю викладання матеріалу та зручністю у користуванні. Працюючи на промислових підприємствах, розумієш ціну викладених у таких книжках професійних секретів, практичних порад і рекомендацій. Створення професійних видань — надзвичайно складний процес, можливо саме тому їх завжди бракує.

30 років свого життя я присвятив комбікормовій промисловості, настав час узагальнити теоретичні знання і практичний досвід та видати підручник з «Технології виробництва комбікормів». Роботу над ним я розпочав п'ятнадцять років тому, в той час, коли мої діти були зовсім маленькими. Сьогодні вони стали дорослими, народили онуків, разом з ними став дорослішим і я і завершив розпочату роботу. З 1991 року маю честь очолювати кафедру Технології комбікормів Одеської національної академії харчових технологій. З 1996 по 2003 роки працював проректором з науково-педагогічної та навчальної роботи, а з 2003 року по теперішній час — працюю ректором академії. Адміністративна, навчальна, наукова, громадська робота не надавали можливості працювати над підручником планомірно і вдень, тому вся робота була виконана під легку джазову музику туманних і зоряних ночей. Велике

коло однодумців і друзів, учителів та опонентів допомогли мені подолати всі труднощі на шляху створення цього підручника. Я з вдячністю пригадую творчі зустрічі з професорами Миколою Павловичем Черняєвим, Глебом Олександровичем Єгоровим, Євгеном Михайловичем Мельниковим, Вячеславом Ароновичем Бутковським, Ларисою Сергіївною Кожаровою, Олексієм Йосиповичем Карунським. Великий внесок у формування мого професійного кругозору внесли незабутні робочі дні і палкі обговорення проблем розвитку технології виробництва комбікормів з головою правління ПАТ «Миронівський хлібопродукт» Юрієм Анатолійовичем Косюком, президентом асоціації «Союз кормовиробників України» Олександром Борисовичем Бакуменком, директором НДІ комбікормової промисловості Росії докт. техн. наук, професором Валерієм Андрійовичем Афанасьєвим, розробником програми розрахунку рецептів комбікормів „КормОптим” докт.техн.наук, професором Іваном Григоровичем Паніним, президентом всесвітньої федерації комбікормової промисловості (1994) Брайаном Резерфордом, президентом всесвітньої комбікормової виставки Victam International (2007, 2011) Хенком Ван де Бунтом, професором університету Глазго і Шотландського аграрного коледжу Пітером Сураєм, керівником департаменту технології компанії Buhler AG Бьорге, керівником проекту «Tasis» в Україні (1993) Пітером Реддішем, директором виробничого відділу компанії Degussa Вальдемаром Дорном, генеральним директором компанії Alltech в Україні Юреком Круком, Міністром хлібопродуктів Латвії (1989) канд. техн. наук Євгеном Володимировичем Лукашонком, почесним президентом Української зернової асоціації Миколою Прокоповичем Компанцем, керівниками групи компаній «Хлібна гавань» Валерієм Рафаїловичем Гриневецьким і Георгієм Івановичем Йовчевим, заступником голови правління компанії ДАК «Хліб України» Володимиром Анатолійовичем Почепом, проректором Міжнародної промислової академії канд. техн. наук Борисом Олександровичем Фабрикантом, провідним фахівцем компанії Biochem в Україні канд. біол. наук Федором Семеновичем Марченковим, директором ДП ДАК «Хліб України» Новоукраїнського комбінату хлібопродуктів канд. техн. наук Володимиром Тадеушевичем Гулавським, директором ДП ДАК «Хліб України» Ізюмського комбінату хлібопродуктів Вісханом Алаудієвичем Ісламовим, головою правління ВАТ «Білгород-Дністровський комбінат хлібопродуктів» Іваном Георгієвичем Барановим, директором «Укрелева-торпром» Іваном Миколайовичем Буценком, головою правління компанії «Рамбурс-Тайгер» Генадієм Володимировичем Кліменком та багатьма іншими. Хочу висловити щиро вдячність моїм учителям у комбікормовій справі канд. техн. наук, доценту Івану Костянтиновичу Чайці, докт. біол. наук, професору Анатолію Павловичу Левицькому, докт. техн. наук, професору Євгену Михайловичу Мельникову, канд. техн. наук, доценту Аллі Олександрівні Кочетовій, а також докт. техн. наук, професору Івану Тимофійовичу Мерко.

Особливу вдячність хочу висловити колегам і друзям по кафедрі технології комбікормів, на якій я працюю з 1981 року.

Я щиро вдячний моїм батькам Людмилі Пилипівні і Віктору Опанасовичу, які привили любов до техніки і технічної книги. Один з улюблених подарунків — перше видання дитячої енциклопедії. Батько дуже бережно відносився до

всіх книжок. У мене і досі зберігся «Довідник інженера» (Гете, 1932 року видання), яким він користувався.

Найбільшу вдячність я хочу висловити своїй дружині канд. техн. наук, доценту Антоніні Вікторівні, яка завжди намагалася створити найкращі умови для моєї праці, була поряд під час моїх поразок, підтримуючи у професійному зростанні.

Бурхливе і складне життя склалося у комбікормовій промисловості України. Мені довелося прожити це життя разом з нею, починаючи з 1990 року. 18 млн.т. комбікормів і дефіцит м'ясної продукції — такими були результати в далеких 90-х. Потім падіння поголів'я тварин і птиці до критичної межі, закриття десятків комбікормових заводів, різке зменшення обсягів виробництва, гіперінфляція — це початок 90-х років минулого століття. На той час в Україні не було жодного професійного видання з питань розвитку комбікормового виробництва, не було і професійних об'єднань. У 1994 році в Одеській національній академії харчових технологій (тоді — ОТХП ім. М.В.Ломоносова) пройшла перша науково-практична конференція «Хлібопродукти-1994», одне з рішень якої передбачало створення науково-виробничого журналу «Комбікорми» і всеукраїнської асоціації виробників комбікормів. На виконання цього рішення у лютому 2001 року вийшов перший номер журналу «Зернові продукти і комбікорми», започаткований Одеською національною академією харчових технологій, а у 2007 році ініціатива академії щодо створення професійного об'єднання була реалізована шляхом утворення національної асоціації «Союз кормовиробників України», яка нині успішно діє.

Незважаючи на складні умови, комбікормова промисловість отримала друге дихання, народившись заново. Сьогодні в Україні будуються новітні комбікормові заводи, нарощуються обсяги і темпи виробництва комбікормів, знову потрібні висококваліфіковані кадри. Лідери комбікормового виробництва в Україні, такі, як ПАТ «Миронівський хлібопродукт», група компаній «Єдинство», компанії «Фидлайф», «Агромарс» та ін. демонструють нові можливості сучасних комбікормових технологій та високу продуктивну дію комбікормів.

За останні двадцять років комбікормовий світ інтенсивно розвивався, на початку третього тисячоліття у світі було подолано планку виробництва у 600 млн.т. комбікормів на рік. Проте цього занадто мало, щоб забезпечити успішний розвиток птахівництва, тваринництва і рибництва, продукція яких вкрай необхідна для забезпечення фізіологічних потреб людства, здоров'я людей і можливості їх інтелектуального розвитку. Це означає, що розвиток комбікормової промисловості невідворотний і безумовно потребує кадрового, наукового та інформаційного забезпечення. Не дивно, що вихід у світ монографій і підручників з технології комбікормів пов'язаний з новими етапами розвитку цієї промисловості. Так, у 1955 р. в Лондоні була видана книга Н.Сіммонса «Комбікормове виробництво» (N.Simmons, 1955), яка у 1960 році вийшла у російському перекладі. Це видання увійшло в історію, як одне з перших узагальнень європейського практичного досвіду виробництва комбікормів, в основному на прикладі комбікормової промисловості Великобританії.

Вивчення зарубіжного досвіду виробництва комбікормів віднайшло своє

викладення в монографії А.С.Даніліна «Производство комбикормов за рубежом» (Данилин А.С., 1968). Кінець 60-х років — початок 70-х був пов'язаний в нашій країні, яка тоді входила до складу Радянського Союзу, з початком розвитку виробництва комбікормів на новій промисловій основі, а також з широкомасштабним будівництвом міжгосподарських комбікормових заводів. У цей час вийшов у світ перший підручник з технології комбікормів у Радянському Союзі професора П.Г. Демідова «Технология комбикормового производства» (П. Демидов, 1968). У цей же час вийшли книжки: Л. Кроппа та співавт. «Производство комбикормов и кормовых смесей в колхозах и совхозах» (Л.И.Кропп, Н.К.Евсеев, Г.С.Генкин, Н.С.Фирюлин, 1972), Г.Лобановського «Технология виробництва комбікормів» (Г.А.Лобановський, 1973), Я.Ф. Мартиненка «Промышленное производство комбикормов» (Я.Ф. Мартыненко, 1975) і Г.Я.Вайстіх і П.М.Дарманьяна «Гранулирование кормов» (Г.Я.Вайстих, П.М.Дарманьян, 1978).

Початок 80-х років минулого століття був пов'язаний з бурхливим будівництвом комбікормових заводів з розвиненою технологією. У 80-ті роки вийшла найбільша кількість книжок, монографій і підручників: П.М.Міончинського і Л.С.Кожарової «Производство комбикормов» (П.Н.Миончинский, Л.С.Кожарова, 1981), В.А.Бутковського «Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства» (В.А.Бутковский, 1981), А.П.Мазніка і З.І.Хазіної «Справочник по комбикормам» (А.П. Мазник, З.И.Хазина, 1982), А.І.Товстановського і співавт. «Справочник работника комбикормового предприятия» (А.И.Молчанов, Л.Ю.Беда, Г.П.Шульженко, О.Т.Балацкий, под ред. А.И.Товстановского, 1982), Ф.Д.Братерського і О.Д.Пелєвіна «Оценка качества сырья и комбикормов» (Ф.Д.Братерский, А.Д. Пелевин, 1983), М.П.Черняєва «Технология комбикормового производства» (Н.П.Черняев, 1985), О.М.Кошелева і Л.О.Глебова «Производство комбикормов и кормовых смесей» (А.П.Кошелев, Л.А.Глебов, 1986), Л.О.Глебова і Б.В.Касьянова «Проектирование комбикормовых заводов с основами САПР» (Л.А. Глебов, Б.В.Касьянов, 1988) та багато інших.

У 1994 році вийшло фундаментальне видання науковців Канзаського університету за редакцією Роберта МакЕлхайна «Feed Manufacturing Technology IV» (R.R.McElhiney, 1994). У 2002 році вийшла монографія В.А.Афанасьєва «Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов» (В.А.Афанасьев, 2002), у 2004 році вийшов підручник О.Н.Чеботарьова, А.Ю.Шазо і Я.Ф.Мартиненка «Технология муки, крупы и комбикормов» (О.Н.Чеботарев, А.Ю.Шазо, Я.Ф.Мартыненко, 2004), а у 2005 році вийшла ґрунтовна праця представників європейської наукової школи з технології комбікормів Йенса Керштена, Ганса Роде і Ернста Нефа «Principles of Mixed Feed Production» (J.Kersten, H.R.Rohde, E.Nef, 2003).

Найбільш видатними науковці і практики комбікормової галузі визнали роботи Н.Сіммонса «Комбікормове виробництво» (N.Simmons, 1955), П.Г.Демідова «Технология комбикормового производства» (П.Демидов, 1968), Я.Ф.Мартиненка «Промышленное производство комбикормов» (Я.Ф.Мартыненко, 1975), М.П.Черняєва «Технология комбикормового производства» (Н.П.Черняев, 1985), Р.МакЕлхайна «Feed Manufacturing Technology IV» (R.R.McElhiney, 1994). Йенса Керштена, Ганса Роде і Ернста

Нефа «Principles of Mixed Feed Production» (J.Kersten, H.R.Rohde, E.Nef, 2003).

Огляд праць таких видатних учених зобов'язав мене ретельно проаналізувати розвиток технології виробництва комбікормів у світі, узагальнити теоретичний і практичний досвід. Сподіваюсь, що нове видання — «Технологія виробництва комбікормів» — буде корисним як для студентів, так і для професіоналів.

Висловлюю особливу вдячність рецензентам підручника, моїм друзям проф. Пітеру Сураю, проф. В. О. Моргун, В. А. Почепу і О. В. Жукотанському.

Доктор технічних наук,  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
член-кореспондент НААН України,  
професор Б.В.Єгоров

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
<b>Розділ 1. РОЛЬ КОМБІКОРМІВ У СУЧАСНОМУ ПТАХІВНИЦТВІ, ТВАРИННИЦТВІ І РИБНИЦТВІ.....</b>	<b>14</b>
Призначення і зоотехнічна ефективність комбікормів.....	14
Транспортування та способи згодовування комбікормів.....	18
Історія розвитку комбікормової промисловості.....	25
Панорама «комбікормового світу».....	34
Гуманітарні проблеми виробництва комбікормів.....	37
Питання для самоконтролю.....	40
<b>Розділ 2. ОЦІНКА ПОЖИВНОЇ ЦІННОСТІ І ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОРМОВИХ ЗАСОБІВ І КОМБІКОРМІВ.....</b>	<b>41</b>
Оцінка поживної цінності кормових засобів і комбікормів.....	41
Оцінка фізичних властивостей кормових засобів і комбікормів.....	45
Питання для самоконтролю.....	54
<b>Розділ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМБІКОРМОВОЇ ПРОДУКЦІЇ .....</b>	<b>56</b>
Асортимент комбікормової продукції.....	56
Вимоги до якості комбікормової продукції.....	62
Норми виходу готової продукції.....	65
Рецепти комбікормової продукції.....	66
Порядок розрахунку рецептів комбікормів.....	71
Програми годівлі сільськогосподарських тварин і птиці.....	77
Питання для самоконтролю.....	81
<b>Розділ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ.....</b>	<b>83</b>
Класифікація кормових засобів для виробництва	

комбікормової продукції.....	83
Сировина рослинного походження.....	89
зернова сировина.....	89
побічні продукти маслоекстракційних і зернопереробних виробництв.....	98
побічні кормові продукти крохмале-патокових виробництв.....	105
побічні продукти пивоварного і спиртового виробництв.....	106
побічні продукти цукрової промисловості.....	108
каротиновмісна сировина.....	109
Побічні продукти переробки тваринної сировини.....	110
Побічні продукти переробки риби, молюсків і морських тварин.....	115
Кормова сировина мінерального походження.....	116
макроеlementи.....	118
мікроеlementи.....	121
Продукти мікробіологічних і біохімічних виробництв.....	131
дріжджі кормові.....	131
кормові препарати амінокислот.....	132
вітаміни.....	135
ферментні препарати.....	155
стимулятори продуктивності та інші кормові добавки.....	167
антиоксиданти.....	176
Премікси.....	178
Питання для самоконтролю.....	182
 <b>Розділ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ.....</b>	<b>184</b>
Принципи організації виробництва комбікормів.....	184
Принципи організації технологічного процесу виробництва комбікормів.....	188
Характеристика комбікормових заводів.....	194
Питання для самоконтролю.....	196
 <b>Розділ 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ КОМБІКОРМОВИХ ВИРОБНИЦТВ.....</b>	<b>200</b>
Оцінка ефективності технологічних процесів виробництва комбікормів.....	200
Технологічні процеси сепарування.....	203
ситове сепарування.....	207
вічкове сепарування.....	214
пневмосепарування.....	215
магнітне сепарування.....	216
Технологічні процеси лушення зерна плівчастих культур.....	221
Технологічні процеси подрібнення.....	223
Технологічні процеси дозування та змішування компонентів комбікормів.....	235
технологічні процеси дозування компонентів комбікормів.....	235
технологічні процеси змішування компонентів комбікормів.....	244
Технологічні процеси теплової обробки зерна і комбікормів.....	251

сухе нагрівання повітрям.....	257
підсмажування.....	258
мікронізація.....	259
волого-теплова обробка.....	259
екструдкування та експандування зерна і комбікормів.....	262
Технологічний процес гранулювання комбікормів.....	268
Питання для самоконтролю.....	277

## **Розділ 7. ТЕХНОЛОГІЯ ПРИЙМАННЯ, РОЗМІЩЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМОВОЇ ПРОДУКЦІЇ...279**

Технологія приймання та розміщення сипкої сировини.....	283
Технологія приймання, обробки та розміщення затареної сипкої сировини.....	293
Технологія приймання та розміщення рідкої сировини.....	297
Особливості технології зберігання сировини на комбікормових заводах.....	300
особливості зберігання зерна.....	302
особливості зберігання шротів олійних культур і мучнистої сировини.....	304
особливості зберігання побічних продуктів переробки риби і тваринної сировини.....	306
особливості зберігання трав'яної муки.....	308
особливості зберігання препаратів біологічно активних речовин і преміксів.....	310
особливості зберігання сировини в регульованих газових середовищах.....	311
Питання для самоконтролю.....	312

## **Розділ 8. ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ.....314**

Технологія очищення зернової сировини при виробництві комбікормів.....	314
Технологія лущення зерна плівчастих зернових культур.....	317
Технологія теплової обробки зерна.....	323
технологія підсмажування зерна.....	323
технологія мікронізації зерна.....	325
технологія обробки зерна методом подвійного гранулювання.....	327
технологія екструдкування зерна.....	329
технологія волого-теплової обробки зерна з подальшим плющенням.....	332
Технологія подрібнення зернової, кускової та гранульованої сировини.....	335
роздільне подрібнення зернової сировини.....	337
подрібнення попередніх сумішей зернової, кускової та гранульованої сировини.....	339
двоступеневе подрібнення сировини.....	343

порціонне подрібнення зернової та іншої сировини.....	344
Технологічні прийоми забирання продуктів	
подрібнення з-під машин для подрібнення.....	348
Технологія підготовки не зернової сировини.....	351
технологія підготовки мучнистої сировини	
і розсипної трав'яної муки.....	351
технологія підготовки шротів олійних культур.....	352
технологія підготовки кормових продуктів	
харчових виробництв.....	354
технологія підготовки пресованої та кускової сировини.....	355
технологія підготовки солі кухонної.....	357
технологія підготовки кормової крейди	
та іншої сировини мінерального походження.....	359
технологія підготовки затареної сировини.....	361
технологія підготовки попередніх сумішей важкосипкої сировини.....	362
технологія підготовки рідких видів сировини.....	367
Питання для самоконтролю.....	369
<b>Розділ 9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ.....</b>	<b>371</b>
Технологія дозування та змішування компонентів комбікормів.....	371
об'ємне дозування та змішування компонентів комбікормів.....	371
багатокомпонентне вагове дозування та	
змішування компонентів комбікормів.....	374
безперервне вагове дозування та змішування.....	379
Технологія пресування розсипних комбікормів.....	380
технологія гранулювання розсипних комбікормів.....	380
технологія мікрокапсулювання комбікормів.....	387
технологія експандування комбікормів.....	388
технологія кондиціонування комбікормів.....	391
Технологія введення рідких компонентів до складу комбікормів.....	393
Технологія виробництва повнораціонних комбікормів.....	400
Технологія виробництва повнораціонних комбікормів	
на основі білково-вітамінних добавок.....	415
Питання для самоконтролю.....	417
<b>Розділ 10. УПРАВЛІННЯ ТА БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ</b>	
<b>КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДІВ.....</b>	<b>419</b>
Управління технологічними процесами виробництва комбікормів.....	419
Організація контролю якості сировини і комбікормів.....	423
Забезпечення пожежо- та вибухобезпеки виробництва	
комбікормів.....	434
Техніка безпеки і охорона праці на комбікормових заводах.....	440
Питання для самоконтролю.....	445
Література.....	446