

УДК 636.085.55

UDC 636.085.55

4.3.1 Технологии машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1 Technologies machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНА НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СПЕЛОСТИ

### STUDY OF THE NUTRITIONAL VALUE OF GRAIN AT DIFFERENT STAGES OF RIPENESS

Рудой Дмитрий Владимирович  
канд. техн. наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код: 3297-3460  
[rudoy.d@gs.donstu.ru](mailto:rudoy.d@gs.donstu.ru)

Rudoy Dmitry Vladimirovich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
RSCI SPIN-code: 3297-3460  
[rudoy.d@gs.donstu.ru](mailto:rudoy.d@gs.donstu.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия  
Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия*

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia  
Agrarian Research Center "Donskoy", Zernograd, Russia*

Зерновые колосовые культуры являются основным кормовым сырьем, качество которого оказывает влияние на рост и развитие животных, птиц и рыб. В комбикормах используют фуражное зерно с низким содержанием белка. Для комбикормового производства может использоваться ворох зерновых колосовых культур на ранних стадиях спелости, позволяющий повысить питательную ценность конечного продукта и использовать не только зерновую, но и незерновую часть урожая. В статье представлены результаты анализа изменения питательной ценности вороха зерновых колосовых культур в процессе созревания. Максимальное содержание белка во всех исследуемых культурах наблюдается в стадии твердой восковой спелости. Содержание жира увеличивается в зерновом ворохе до стадии ранней восковой спелости, после чего снижается в среднем на 1% при полном созревании. Содержание крахмала в стадии твердой восковой спелости ниже на 3%, что позволяет использовать зерновой ворох в производстве тонущих комбикормов для рыб

Grain ear crops are the main feed raw materials, the quality of which affects the growth and development of animals, birds, and fish. Feed grains with a low protein content are used in compound feeds. For feed production, a heap of grain ear crops can be used in the early stages of ripeness, which allows to increase the nutritional value of the final product and use not only the grain, but also the non-grain part of the crop. The article presents the results of the analysis of changes in the nutritional value of a pile of grain crops during maturation. The maximum protein content in all the studied cultures is observed at the stage of solid wax ripeness. The fat content increases in the grain heap to the stage of early wax ripeness, after which it decreases by an average of 1% at full maturity. The starch content in the stage of solid wax ripeness is 3% lower, which allows the use of grain heaps in the production of sinking compound feeds for fish

Ключевые слова: КОРМОВОЕ СЫРЬЕ; КОМБИКОРМА; ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ; ЗЕРНОВОЙ ВОРОХ; ПШЕНИЦА; МОЛОЧНАЯ СПЕЛОСТЬ; ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ; ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ; BVCH

Keywords: FEED RAW MATERIALS; COMPOUND FEED; NUTRITIONAL VALUE; GRAIN HEAP; WHEAT; MILK RIPENESS; WAX RIPENESS; FULL RIPENESS; BVCH

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-016>

## Введение

Мировой объем производства комбикормов с каждым годом увеличивается: по данным [1] за 2021 год было произведено на 2,3%

<http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/16.pdf>

больше комбикормов, чем в 2020 году. Основная доля (65%) производимой продукции приходится на топ-10 стран мира, в число которых входит и Россия. Однако, с ростом производства комбикормов увеличиваются и цены на них. В течение последних 5 лет цены на комбикорма увеличились более чем в 2 раза [1]. В первую очередь, это связано с ростом цен на кормовое сырье. Поэтому наращивание кормовой базы для стабилизации цен на конечный продукт является актуальным как для российского кормопроизводства, так и для мирового.

Основными показателями энергетической ценности комбикормов являются белки, жиры и углеводы. Зерновое сырье в комбикормах является в первую очередь источником углеводов - крахмала и клетчатки, а также незначительного количества белков и жиров. По данным [2], в процессе созревания массовая доля основных компонентов, определяющие энергетическую ценность продукта, изменяется. В процессе созревания в зерне происходят биохимические процессы, в результате которых сахара и растворимые левулезаны превращаются в высокомолекулярные углеводы – крахмал и гемицеллюлозу. В то время, как содержание белков и жиров в процессе созревания уменьшается [3]. В связи с этим, зерно на ранних стадиях спелости имеет пониженное содержание крахмала и может быть использовано в производстве тонущих комбикормов для рыб (лосось, форель, треска, желтохвостый тунец), которые отличаются пониженным содержанием крахмала и большим содержанием протеина и жиров [4]. Кроме того, повышение энергетической ценности зерна в процессе созревания происходит за счет перехода белков, жиров и углеводов из листьев и стеблей в зерно. Поэтому, использование в комбикормовом производстве зернового вороха (зерно + нерзерновая часть – листья, стебли и солома) на ранних стадиях спелости позволит получить высокоценную кормовую добавку с пониженным содержанием крахмала и повышенным содержанием белка и жира. Для определения стадии, на

которой необходимо проводить уборку зерна, возникла необходимость провести исследования по определению массовой доли основных компонентов зерна – белка, жира, крахмала, клетчатки и влаги на разных стадиях спелости.

### **Материалы и методы**

Для получения достоверных сведений об изменении питательной ценности зерна в процессе созревания для анализа были взяты четыре образца зернового вороха: однолетней озимой пшеницы сорта «Адмирал» (ригидный сорт) и «Лучезар» (легкообмолачиваемый сорт), многолетней озимой пшеницы (трититригия) сорта «Памяти Любимовой» и Пырея сизого сорта «Сова».

Уборку зерновых культур проводили в 4 фенологических стадиях (фазы роста представлены по шкале ВВСН): 77 – поздняя молочная спелость, 83 – ранняя фаза восковой спелости, 87 – твердая восковая спелость, 89 – полная спелость)) очесывающе-обмолачивающим агрегатом для уборки зерновых колосовых культур, разработанный ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) и ДГТУ (г. Ростов-на-Дону) (патент № 206314). Агрегат позволяет убирать зерно как на ранних, так и при полной стадиях спелости. На рисунке 1 представлен процесс уборки зерновых колосовых культур очесывающе-обмолачивающим агрегатом.



Рисунок 1 – Уборка зерновых колосовых культур очесывающе-обмолачивающим агрегатом

На рисунке 2 представлены образцы зернового вороха однолетней озимой пшеницы сорта «Адмирал», убранные на разных стадиях спелости.



а – поздняя молочная спелость; б – ранняя фаза восковой спелости; в – твердая восковая спелость; г – полная спелость

Рисунок 2 – Зерновой ворох озимой мягкой пшеницы сорта «Адмирал»

Анализ зернового вороха на содержание массовой доли белка, жира, крахмала, клетчатки и влаги проводили по стандартным методикам, описанные в ГОСТ 31640, ГОСТ 32044.1 (ISO 5983-1:2005), ГОСТ 13496.15, ГОСТ 31675, ГОСТ 26176.



## Результаты и обсуждение

На рисунках 3-7 представлены результаты исследований изменения массовой доли влаги, белков, жиров, крахмала и клетчатки в зерновом ворохе исследуемых культур в процессе созревания.

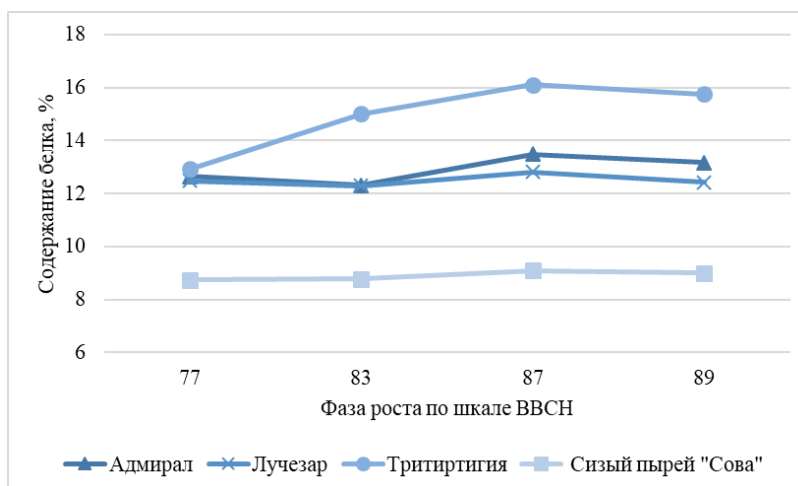


Рисунок 3 – Изменение содержания массовой доли белка зерновых колосовых культур в процессе созревания

В процессе созревания содержание массовой доли белка во всех исследуемых культурах увеличивается до стадии твердой восковой спелости (87 по шкале ВВСН). После наступления полной спелости массовая доля белка снижается, что подтверждает предыдущие исследования [2-4].

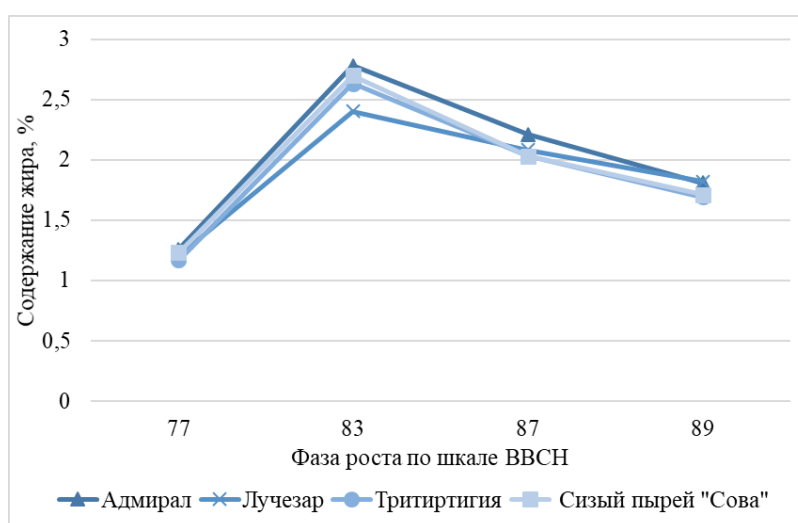


Рисунок 4 – Изменение содержания массовой доли жира зерновых колосовых культур в процессе созревания

Максимальное содержание жира в процессе созревания наблюдается в ранней фазе восковой спелости (фаза 83 по шкале ВВСН). Далее содержание жира уменьшается: в стадии твердой восковой спелости массовая доля жира снижается на 0,3-0,7% в зависимости от культур; в зерне полной спелости содержание жира меньше на 1 %, чем в ранней фазе восковой спелости.

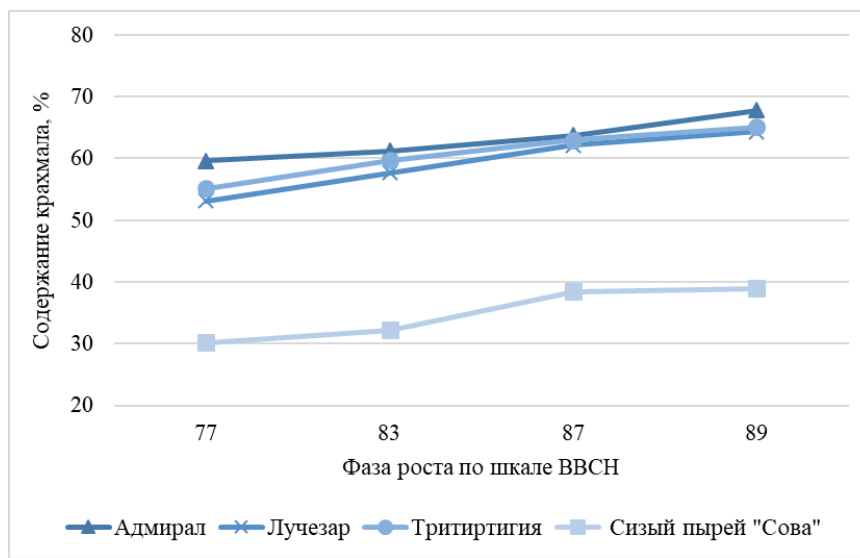


Рисунок 5 – Изменение содержания массовой доли крахмала зерновых колосовых культур в процессе созревания

Массовая доля крахмала в зерновом ворохе на протяжении всего периода созревания увеличивается. В стадии твердой восковой спелости, когда наблюдается максимальное содержание белка, массовая доля крахмала меньше в среднем на 3% в сравнении с полной спелостью и составляет 62-63%, в ворохе Сизого пырея сорта «Сова» в 2 раза меньше крахмала, чем однолетней и многолетней пшенице, в стадии твердой восковой спелости его содержится 39%.

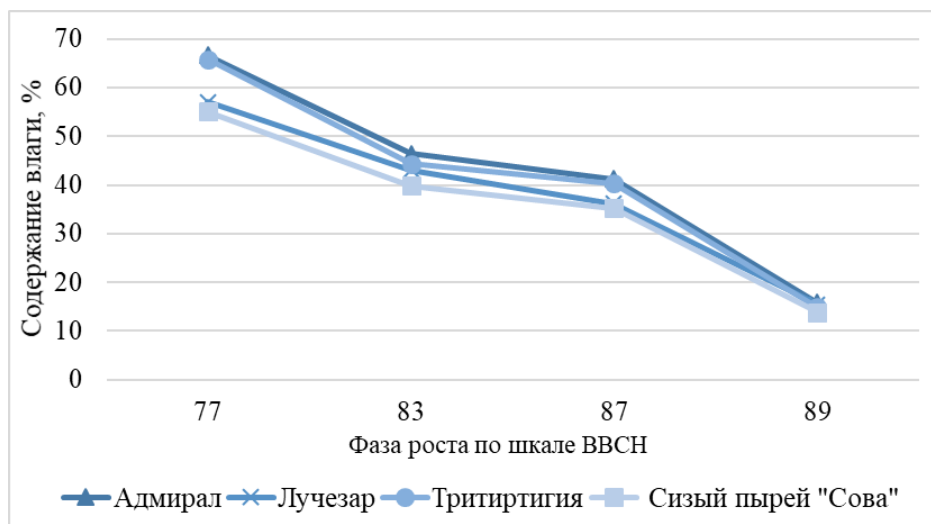


Рисунок 6 – Изменение содержания массовой доли влаги зерновых колосовых культур в процессе созревания

Массовая доля влаги в процессе созревания уменьшается. В стадии твердой восковой спелости массовая доля влаги составляет 35-40%. При уборке зернового вороха в такой стадии необходимо обеспечить быструю переработку, поскольку высокая массовая доля влаги способствует быстрому развитию бактерий и порче сырья. Существует большое количество способов переработки растительного сырья высокой влажности: сушка, брикетирование на шнековых прессах, силосование, замораживание и прочие [5].

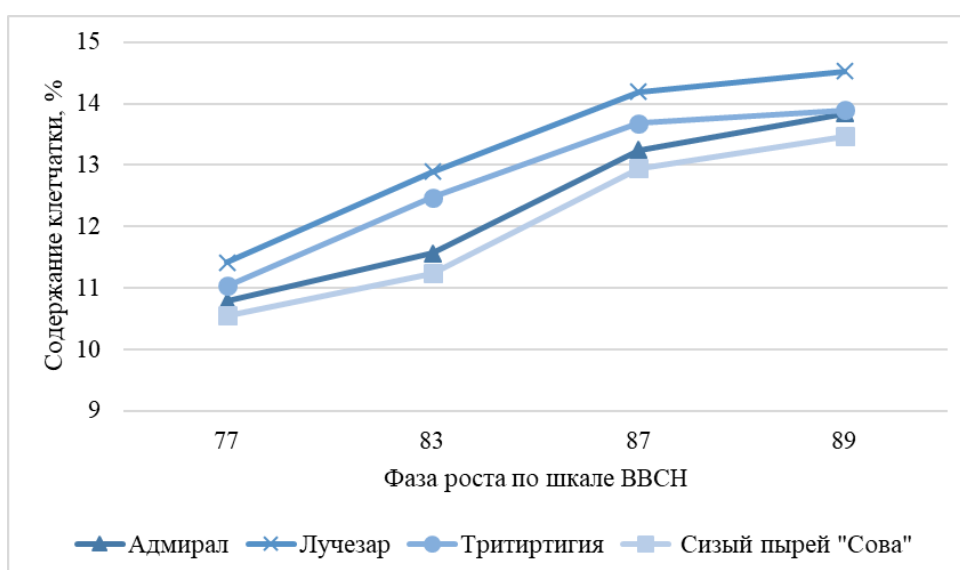


Рисунок 7 – Изменение содержания массовой доли клетчатки зерновых колосовых культур в процессе созревания

Клетчатка также, как и крахмал в процессе созревания увеличивается до 13-15%. Содержание клетчатки резко возрастает в стадиях поздней молочной спелости (фенологическая стадия 77 по шкале ВВСН) и ранней фазе восковой спелости (фенологическая стадия 83 по шкале ВВСН). В фазе поздней восковой спелости рост клетчатки замедляется и изменяется не в значительной степени.

### **Выводы**

Исследования показали, что наибольшее содержание белка в ворохе зерновых колосовых культур наблюдается в стадии твердой восковой спелости (стадия 87 по шкале ВВСН). Максимальное содержание жира наблюдается в ранней фазе восковой спелости (стадия 83 по шкале ВВСН) и при достижении стадии твердой восковой спелости снижается в среднем на 0,5 %. В ранней фазе восковой спелости содержание белка меньше, чем в стадии твердой восковой спелости на 0,5-1,0%. Кроме того, основным источником масел и жиров в кормах являются жмыхи масличных культур, растительное масло и рыбий жир. Поэтому, не смотря на большее содержание жира в ранней фазе восковой спелости, уборка зерновых колосовых культур и использование в кормах в данный период не целесообразно, поскольку массовая доля белка значительно ниже, чем в стадии поздней восковой спелости.

Содержание клетчатки в стадии твердой восковой спелости около 13-14%. При достижении полной спелости она увеличивается незначительно – в среднем на 0,4-0,5%. Массовая доля крахмала в стадии твердой восковой спелости меньше на 3%, что позволяет использовать зерновой ворох в производстве тонущих комбикормов для рыб. При содержании массовой доли влаги в ворохе зерновых колосовых культур твердой восковой спелости - 35-40%, необходимо использовать процесс сушки, как самый эффективный способ снижения влаги для производства



комбикормов [5]. Таким образом, целесообразно убирать зерновые колосовые культуры, предназначение на кормовые цели, в стадии твердой восковой спелости (стадия 87 по шкале ВВСН). Это позволит уменьшить содержание дефицитного и дорогостоящего источника белка в кормах – рыбной муки, использовать зерновую и незерновую часть урожая, что позволит получить высокоценное кормовое сырье по ресурсосберегающей безотходной технологии.

### **Благодарности.**

Автор выражает благодарность член-корреспонденту РАН, д-ру техн. наук Пахомову В.И. и коллегам – научным работникам АНЦ «Донской» за проведение совместных исследований, всестороннюю поддержку и помощь.

### **Литература**

1. Глобальное исследование рынка кормов Alltech 2019 // Животноводство России. – 2019. – № 3. – С. 55-56.
2. Сандрыкин Д.В. и др. Динамика накопления сухого вещества и изменение химического состава зерна при созревании // Достижения науки и техники АПК. 2011. №12.
3. Казаков Е.Д. и др. Биохимия зерна и продуктов его переработки: Учеб. по спец. Технология хранения и перераб. зерна. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. – 367 с.
4. Вик Г. и др. Управление плавучестью кормов для аквакультуры. Комбикорма. – 2021. – № 4. – С. 16-18.
5. Rudoy D. et al. Overview of methods of wheat grain conservation in early stages of ripeness. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – 937. – 022113.

### **References**

1. Global'noe issledovanie rynka kormov Alltech 2019 // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2019. – № 3. – S. 55-56.
2. Sandrykin D.V. i dr. Dinamika nakoplenija suhogo veshhestva i izmenenie himicheskogo sostava zerna pri sozrevanii // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2011. №12.
3. Kazakov E.D. i dr. Biohimija zerna i produktov ego pererabotki: Ucheb. po spec. Tehnologija hranenija i pererab. zerna. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1989. – 367 s.
4. Vik G. i dr. Upravlenie plavuchest'ju kormov dlja akvakul'tury. Kombikorma. – 2021. – № 4. – S. 16-18.
5. Rudoy D. et al. Overview of methods of wheat grain conservation in early stages of ripeness. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – 937. – 022113.