

УДК 633.13 : 631.531.011

КИСЛОТНОСТЬ ЗЕРНА ПЛЕНЧАТЫХ СОРТОВ ОВСА И ФАКТОРЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ GRAIN ACIDITY OF HULLED OATS VARIETIES AND FACTORS DETERMINED IT

С.А. Баландина, Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, ул. Ленина, 166 А, Киров, 610007, Россия, тел. +7 (8332) 33-10-03, e-mail: niish-sv@mail.ru

Е.Н. Пасынкова, А.В. Пасынков, Агрофизический НИИ, Гражданский проспект, 14, Санкт-Петербург, 195220, Россия, e-mail: office@agrophys.ru

S.A. Balandina, Regional North-East Agricultural Research Institute named N.V. Rudnicky, Lenin st., 166 A, Kirov, 610007, Russia, tel. +7 (8332) 33-10-03, e-mail: niish-sv@mail.ru

E.N. Pasynkova, A.V. Pasynkov, Agrophysical Research Institute, Grazhdansky av., 14, St.-Petersburg, 195220, Russia, e-mail: office@agrophys.ru

На дерново-подзолистой, среднесуглинистой, среднекислой почве с повышенным содержанием фосфора и калия центральной части Кировской области установлены особенности действия возрастающих доз азотных удобрений и некорневой азотной подкормки в фазе выметывания на величину урожая и один из основных показателей качества зерна пленчатого овса - его кислотность. Исследованиями не выявлено существенных изменений кислотности в зависимости от доз азотных удобрений и некорневой азотной подкормки. Кислотность зерна в основном зависела от условий увлажнения, складывающихся в период его налива. По величине кислотности зерна сорта овса располагаются в следующем порядке: Фрейя — 10.9, Улов — 10.3, Аргамак — 9.6 и Сельма — 9.4. С увеличением содержания белка и жира в зерне, пленчатости и массы 1000 зерен кислотность возрастает, а с увеличением содержания крахмала, клетчатки и натуре — снижается.

Ключевые слова: пленчатый овес, сорта, урожайность зерна, азотные удобрения, кислотность зерна.

The effect of increasing rates of nitrogen fertilizers and foliar dressing at the earing stage on the yield and one of the basic parameters of quality of grain a hulled oats varieties - its acidity was studied at growing on medium-acid loamy sod-podzolic soil with increased of content phosphorus and potassium in the central part of the Kirov region. Research has revealed no significant changes acidity depending on the doses of nitrogen fertilizers and foliar dressing nitric fertilizer. The acidity of grain mainly depended on the conditions of moistening, formed in the period of its filling. Largest acidity of grain varieties of oats are arranged in the following order: Freya — 10.9, the Ulov — 10.3, Argamak — 9.6 and Selma — 9.40. With the increased content of protein and fat in the grain, hull content and weight of 1000 grains acidity increases, and with increasing content of starch and cellulose and the nature of the decreases.

Key words: hulled oats, varieties, yield of grain, nitric fertilizers, grain acidity.

Один из наиболее важных показателей качества зерна пленчатого овса, определяющего его пригодность для продовольственных целей, наряду с натурой, — кислотность (ГОСТ 28673-90). Вызревшее, сухое и нормально хранящееся зерно имеет слабокислую реакцию, обусловленную незначительным содержанием органических кислот, в частности, щавелевой и яблочной. При неблагоприятных гидротермических условиях в период формирования и налива зерна, уборки, послеуборочной обработки и хранения, приводящих к его прорастанию или самосогреванию, содержание кислых продуктов в нем резко возрастает. Пробуждение зародыша и появление корешков вызывает интенсивный распад жиров с выделением свободных жирных кислот [2]. Сравнительное изучение кислотности зерна крупяных культур (рис, овес, гречиха) и выработанных из их зерна круп показало, что кислотность зерна овса и овсяной крупы существенно выше, чем риса и гречихи. Это может быть связано как с особенностями липидного комплекса овса, так и с условиями хранения. Установлено, что увеличение кислотности зерна происходит за счет гидролиза жиров в процессе хранения, поэтому данный показатель качества может характеризовать и свежесть продукта [5].

Изучение изменений урожайности и кислотности зерна проведено на основе данных, полученных в 2003–2005 гг. при проведении опыта с четырьмя сортами пленчатого овса, различающихся по времени, месту выведения и морфологическим признакам: Аргамак, Сельма, Улов и Фрейя. Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1. Урожайность зерна сортов овса, т/га (среднее за 2003–2005 гг.)

Вариант (фактор А)	Сорт (фактор В)				Среднее по фактору А
	Аргамак	Сельма	Улов	Фрейя	
K — $P_{60}K_{60}$ (фон)	2,08	2,13	1,90	2,01	2,03
I — фон + N_{30}	3,17	3,11	3,19	3,02	3,12
II — фон + N_{60}	3,59	3,45	3,80	3,70	3,63
III — фон + N_{90}	3,95	3,72	4,03	3,70	3,85
IV — фон + $N_{30} + N_{60}$	3,43	3,08	3,52	3,46	3,37
V — фон + $N_{60} + N_{90}$	3,87	3,58	3,80	3,66	3,73
Среднее по фактору В	3,35	3,18	3,37	3,26	3,29
P=3,3%; HCP ₀₅ B=1,2; HCP ₀₅ AB=3,0; HCP ₀₅ A=2,6					

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы опытов существенно различались. Погодные условия 2003 г. благоприятствовали росту и развитию овса: избыточное увлажнение в период посев — выметывание (ГТК=2,57) и недостаточное (ГТК=0,64) — в период формирования и налива зерна. В 2004 и 2005 гг. погодные условия весной и летом сложились неблагоприятно: ощущался недостаток влаги в начальный период (трубкавание — выметывание, ГТК=0,85 и ГТК=0,88). Они привели к формированию более низкой урожайности. ГТК (посев — полная спелость) по годам опыта составил 1,74, 1,30 и 1,30 соответственно.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову [3], в среднем за годы опытов — по методу, опубликованному в работе Афанасьева [1], используя пакет программ «Stat» (М.: ВИУА, 1991). Более подробно условия и методика проведения опыта, а также некоторые его результаты опубликованы ранее [4]. Для зерна продовольственного овса I класса кислотность не должна превышать 6°, при этом для зерна II и III классов — величина данного показателя ГОСТ 28673-90 «Овес. Требования при заготовках и поставках» не регламентируются. Сущность метода определения кислотности заключается в способности кислотореагирующих веществ зерна нейтрализовать щелочь, которой титруют водную суспензию размолотого зерна (ГОСТ 5670-6). При этом

под градусом кислотности понимают объем (см³) раствора точной молярной концентрации (1 моль/дм³) гидроокиси натрия или калия, необходимый для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г продукта [6].

В период проведения полевого опыта складывающиеся погодные условия оказали существенное влияние на урожайность зерна овса (табл. 1). При благоприятных гидротермических условиях вегетационного периода 2003 г. в среднем по опыту была получена максимальная урожайность за все годы проведения исследований — 4,49 т/га. Ввиду неблагоприятных гидротермических условий, сложившихся во второй и третий годы проведения полевого опыта (2004 и 2005), урожайность была заметно ниже.

Урожайность зерна овса в среднем по опыту за 3 года находилась в пределах 3,18–3,37 т/га при урожайности в контроле (фон) 1,90–2,13 т/га. Наибольшей урожайностью характеризуются сорта Улов, Аргамак и Фрейя, однако по его величине они существенно между собой не различаются. Урожайность сорта Сельма существенно ниже, чем сортов Улов и Аргамак и не имеет существенных различий по сравнению с сортом Фрейя. Внесение N_{30} увеличивало урожайность по сравнению с фоном на 0,99 т/га, N_{60} — на 1,60, N_{90} — на 1,82 т/га. Как видим, каждая последующая доза азотных удобрений приводила к меньшей прибавке урожайности зерна по сравнению с предыдущей, т.е. возрастание доз азота носило затухающий характер.

Проведение жидкой азотной подкормки в фазе выметывания не оказывало существенного влияния на урожайность зерна по сравнению с дозами азота, внесенными до посева. Аналогичные закономерности отмечены и в изменении сбора нетоварной части урожая (солома + полова). По величине сбора нетоварной части урожая и величине $K_{\text{хоз.}}$ (0,47–0,51), показывающего долю зерна в общей надземной биомассе, сорта овса существенных различий не имели.

Кислотность зерна не превышала регламентируемое ГОСТ ограничение (6°) у всех сортов во всех вариантах опыта только в 2003 г. В 2004 г. кислотность зерна в среднем по опыту составила 12,7°, в 2005 г. — 12,3° и в эти годы опыта во всех вариантах независимо от сорта находилась в пределах 11,5–14,2°. Исследованиями не выявлено существенных изменений кислотности в зависимости от дозы азотных удобрений и проведения некорневой азотной подкормки (табл. 2).

Таблица 2. Кислотность зерна изучаемых сортов овса, ° (среднее за 2003–2005 гг.)

Вариант (фактор А)	Сорт (фактор В)				Среднее по фактору А
	Аргамак	Сельма	Улов	Фрейя	
K — $P_{60}K_{60}$ (фон)	9,4	9,9	9,9	11,0	10,0
I — фон + N_{30}	9,4	9,0	9,9	10,5	9,7
II — фон + N_{60}	9,4	9,3	10,7	10,2	9,9
III — фон + N_{90}	9,8	9,8	10,1	11,7	10,3
IV — фон + $N_{30} + N_{60}$	9,2	9,7	10,6	10,8	10,1
V — фон + $N_{60} + N_{90}$	10,5	8,6	10,4	11,4	10,2
Среднее по фактору В	9,6	9,4	10,3	10,9	10,1
P=4,7%; HCP ₀₅ B=0,6; HCP ₀₅ AB=1,5; HCP ₀₅ A=0,7					

По величине кислотности зерна сорта овса располагаются в следующем порядке: Фрейя — 10,9°, Улов — 10,3, Аргамак — 9,6 и Сельма — 9,4°. Сорта Фрейя и Улов не имели существенных различий по уровню кислотности зерна, но достоверно превышали по ее величине Аргамак и Сельму, которые, в свою очередь, по данному показателю существенных различий не имели и характеризовались самой низкой кислотностью.

Анализ вклада фиксированных и случайных факторов в формирование урожая зерна (табл. 3) показал, что варьирование урожайности сортов пленчатого овса в наибольшей степени определялось гидротермическими условиями вегетационного периода, на треть — применением азотных удобрений и слабо зависело от сортовых особенностей. Низкий вклад фактора «сорт» в формирование урожайности зерна позволяет заключить, что использованные сорта овса одинаково реагировали на изменение (улучшение или ухудшение) гидротермических условий, складывающихся в период вегетации, хотя, как было отмечено выше, существенно различались по времени, месту выведения и морфологическим признакам. Определение вклада факторов в формирование кислотности зерна показало, что она (как и урожайность) в значительной степени подвержена воздействию гидротермических условий, складывающихся в период вегетации (табл. 3).

Таблица 3. Вклад факторов в формирование урожайности и кислотности зерна пленчатых сортов овса, %								
Год (фактор А)	Агрофон (азот, фактор В)	Генотип (сорт, фактор С)	А×В	А×С	В×С	А×В×С	Блоки (повторности)	Случайные
Урожайность зерна								
54,67*	33,21*	3,20*	3,33*	0,50	0,61	0,75	0,31	2,92
Кислотность зерна								
70,92*	0,70	4,92*	2,17	3,94*	1,55	3,04	0,64	12,10

* Достоверно на уровне 0,95

Кроме условий увлажнения, кислотность — генотипический признак (вклад генотипа составляет около 5%), и в меньшей мере ее изменения определяются взаимодействием факторов «год × генотип». Необходимо отметить, что приведенные данные (табл. 3) не являются обобщающими. Они показывают основные тенденции в изменении трех факторов: гидротермических условий вегетационных периодов конкретных лет проведения полевого опыта, азотных удобрений в изучаемом интервале доз и определенных сортов овса (выделено авторами) в общей совокупности фиксированных и случайных факторов, доля влияния которых может изменяться с расширением интервала доз азотных удобрений (фактор «азот»), набора сортов пленчатого овса (фактор «сорт») и удлинением периода наблюдений (фактор «год»).

Литература

1. Афанасьев Р.А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов // Агрохимия, 2004. — № 5. — С. 85—91.
2. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна / М.: Росагропромиздат, 1991. — С. 178—179.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.: Колос, 1968. — С. 90—92.
4. Пасынкова Е.Н., Пасынков А.В., Баландина С.А. Формирование урожая и технологических качеств зерна различных сортов овса в зависимости от доз и сроков применения азотных удобрений // Агрохимия, 2008. — № 4. — С. 43—51.
5. Приезжева Л.Г., Мельник О.В. Кислотность зерна риса, овса, гречихи и выработанных из него круп. — Послеуборочная обработка и хранение зерна. Сб. науч. тр. / М.: ВНИИЗ, 1986. — Вып. 108. — С. 48—52.
6. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. Изд. 4-е, перераб. и доп. / СПб.: ГИОРД, 2004. — С. 31—32.

Таблица 4. Зависимости кислотности зерна овса (Y, °) от показателей (X)

Показатель (X)	Уравнение регрессии (n* = 72)	r	R²
Сырой белок	Y=4,852+0,716X	0,498	0,249
Крахмал	Y=28,409–0,459X	–0,679	0,460
Сырой жир	Y=4,696+1,643X	0,420	0,176
Сырая клетчатка	Y=15,248–0,267X	–0,238	0,057
Сырая зола	Y=8,582+0,714X	0,116	0,014
Масса 1000 зерен	Y=0,175+0,358X	0,290	0,084
Натура	Y=40,66–0,061X	–0,612	0,362
Пленчатость	Y=–1,039+0,428X	0,424	0,180

* n — общее количество наблюдений; 0,498 — значимо на уровне 0,05

Проведение корреляционного анализа показало, что кислотность зерна пленчатых сортов овса связана положительно с содержанием сырого белка и сырого жира в нем, пленчатостью и массой 1000 зерен, то есть с увеличением перечисленных выше показателей качества кислотность зерна возрастает, что для продовольственного овса является нежелательным (табл. 4). С возрастанием содержания в зерне овса основных составляющих углеводного комплекса зерна (крахмала и сырой клетчатки), а также натуры его кислотность снижается, при этом она не зависит от содержания в зерне сырой золы.

Следует отметить, что наиболее тесно кислотность зерна пленчатых сортов овса связана с содержанием в нем крахмала и сырого белка, а также натурой; менее тесно — с содержанием сырого жира и сырой клетчатки, пленчатостью и массой зерновки (тысячи зерен).

Таким образом, зерно пленчатого овса, соответствующее требованиям I класса ГОСТа 28673–90 по величине кислотности (не более 6°) и пригодное для продовольственных целей, может быть получено при выращивании сортов Аргамак и Сельма и внесении азотных удобрений в умеренных дозах только в благоприятные по увлажнению годы. Так как на дерново-подзолистых почвах Кировской обл., ввиду складывающихся гидротермических условий в период вегетации (и особенно в период формирования и налива) получение зерна, соответствующего требованиям государственного стандарта по величине кислотности возможно не ежегодно, в целях бесперебойного производства продовольственного зерна овса необходимо создание его переходящего фонда, полученного в благоприятные по увлажнению годы. **И**