

# Мелници за смилане на мека пшеница (*Triticum aestivum*) с голям рандеман бели брашна

Николай Д. Димитров

Абстракт—В публикацията е разгледана технология за смилане на мека пшеница (*Triticum aestivum*) с оглед получаването на голям рандеман бели брашна. Шротовият процес е с оптимална дължина от 3 до 5 млевни системи. Разтворният процес е дълъг и обхваща 10-15 млевни системи, които работят с гладки валове. Целта на разтворния процес е максимално щадящо въздействие върху частиците и запазване целостта на обвивките до края на процеса. Брашната се получават, основно, от сита с отвори под  $135 \mu m$ , а натоварването на планзихтерите и валцмашините е ниско, което увеличава разхода на енергия. Мелниците с голям рандеман бели брашна са гъвкави и могат лесно и бързо да отговарят на изискванията на пазара на брашна.

Index Terms—смилане, мека пшеница (*Tr. aestivum*), рандеман, бели брашна, схема

## I. Въведение

Целта на мелничарството е колкото се може по-пълно да се отделят обвивките от ендосперма и ендоспермът да се смели до фини частици образувачи брашното. При това, частици от обвивките не трябва да се смелят и да попаднат в брашното. Това определя съвършенството на млевния процес.

Рандеманът, наричан още добив или извличане, представлява количеството на получените брашна при смилане на единица зърно. Той показва, колко процента от зърното се е превърнало в брашно и е основна задача на мелничарството и главен икономически показател.

Рандеманът може да се определи по няколко начина: на база постъпилото в мелницата зърно (т. е. зърно + примеси); на база почистеното зърно, преди кондициониране; на база кондиционирано зърно; и на база общото количество получени продукти. Въпреки многообразието от начини за

определяне на рандемана, максималната разлика между тях не надхвърлят 1-2% при условие, че рандеманът се определят на база почистено от примесите зърно (Джоунс and Циглер, 1968). Рандеманът зависи от ефективността на млевния процес, неговата настройка и от технологичните възможности на зърното.

Белите брашна представляват фино смлени частици от ендосперма и минимално количество частици от обвивките и зародиша. Пепелното им съдържание не трябва да надвишава 0,55%.

Връзката между рандемана и пепелното съдържание е показана още в далечната 1949 г. (Илиев, 1949). Авторът цитира проф. Моос и д-р Брюкнер, според които една добре работеща мелница трябва да произвежда над 70% брашна с пепелно съдържание до 0,563% и 75% брашна с пепелно съдържание до 0,693%.

Kent (1966) цитира Lockwood (1960), който показва среден добив на брашна 72,4% при пепелно съдържание 0,42%.

Зависимостта между пепелното съдържание и рандемана е изследвано за четири вида пшеници и е в границите от 0,44 до 0,51% при рандеман 75%, от 0,49 до 0,56% при рандеман 77,5% и от 0,58 до 0,63% при рандеман 80% (Джоунс and Циглер, 1968).

Изследване в България посочва като „стандарт в мелниците на САЩ“ рандеман от 75% при средно пепелно съдържание на брашната 0,53% (Маринов, Пятницкий and Стефанов, 1977).

Рандеман на брашна от 74% при пепелно съдържание 0,42% се посочва от (Canadian grain commission, 2005). Пепелното съдържание е 0,37% при рандеман от 60%, а при рандеман 45% е 0,35%.

Съвременните тенденции към здравословно хранене налагат консумирането на хлябове от тъмни брашна. Въпреки това, търсенето на бели брашна не е намаляло и цената на белите брашна е по-висока от тази на тъмните. Освен това, белите брашна са незаменими при производството на някои фини и обогатени хлебни изделия и при

---

Николай Димитров работи в катедра „Технология на зърнените, фуражните, хлебните и сладкарските продукти“, Университет по хранителни технологии, Пловдив, България, e-mail: n\_dimitrov@uft-plovdiv.bg

повечето сладкарски изделия. Настоящата публикация разглежда особеностите на млевния процес при смилане на мека пшеница (*Triticum aestivum*), с цел получаване на максимални количества бели брашна.

## II. Изложение

Схема на мелница с голям рандеман бели брашна е показана на фиг. 1. Схемата е публикувана в първата половина на 20 век и оттогава стои в основата на съвременното мелничарство (Lockwood, 1945). Схемата е показана с някои незначителни изменения, като са използвани оригиналните означения, а съответните български наименования са посочени в табл. I.

Таблица I  
Български наименования на системите.

“X. Саймън”	Български наименования
Vk1...Vk4	1-ви шрот...4-ти шрот
A	Шлифовка едри грисове
B	Шлифовка дребни грисове
B2	Зародишна система
C	1-ви разтворен
D	2-ри разтворен
E	3-ти разтворен
F	Надсевъчна система
G	4-ти разтворен
H	5-ти разтворен
J	2-ра надсевъчна*
K	6-ти разтворен
L	7-ми разтворен
M	3-та надсевъчна*
N	1-ва измилна
O	2-ра измилна
P	3-та измилна

\*2-ра и 3-та надсевъчни нямат аналог в българските мелници.

Шротовият процес обикновено се състои от три до пет шротови системи, в случая четири шротови системи. В първи шрот попада цялото зърно, а в следващите се смилат шротовете. Първата шротова система „отваря“ цялото зърно, а останалите „изстъргват“ ендосперма от обвивките, които поради целулозната си структура са жиливи и остават като относително едри надсевки. Първи и втори шрот отделят едри, средни и дребни грисове, докато трети, четвърти и пети отделят дребни грисове, като отивайки към края на процеса грисовете стават все по-нискокачествени (по-тъмни на цвят). Шротовите системи са рифеловани с 4 до 12 зъба на сантиметър. Скоростният диференциал е 2,5:1.

Твърди се, че по-ниското водене на първите три шрота води до по-голямо извличане, което не влияе върху качеството на получените грисове

и върху рандемана и пепелното съдържание на белите брашна (Posner, 2005, p. 74).

Обогатителният процес е слабо застъпен. Едрите грисове се обогатяват в ГМ1, а всички останали грисове се обогатяват в ГМ2. За да работи една грис-машина правилно, грисовете, които постъпват към нея трябва да бъдат с малка разлика в едрината. Затова, обикновено, средните и дребните грисове се сортират и се обогатяват поотделно, което не е показано на схемата.

„Пресевките“ от грисомашините са две. „Предните“ са по-дребни и по-светли и се насочват към системи В и С, а „задните“ са по-едри и с по-тъмни частици и се насочват за разтваряне в системи А и В. „Надсевките“ отиват в следващите шротови системи (или към системите за смилане на „опашки“), тъй като в тях преобладават обвивките. Обогатителният процес може да отсъства в някои мелници. Тогава едрите грисове се подават директно за разтваряне в А, а останалите грисове се насочват към В.

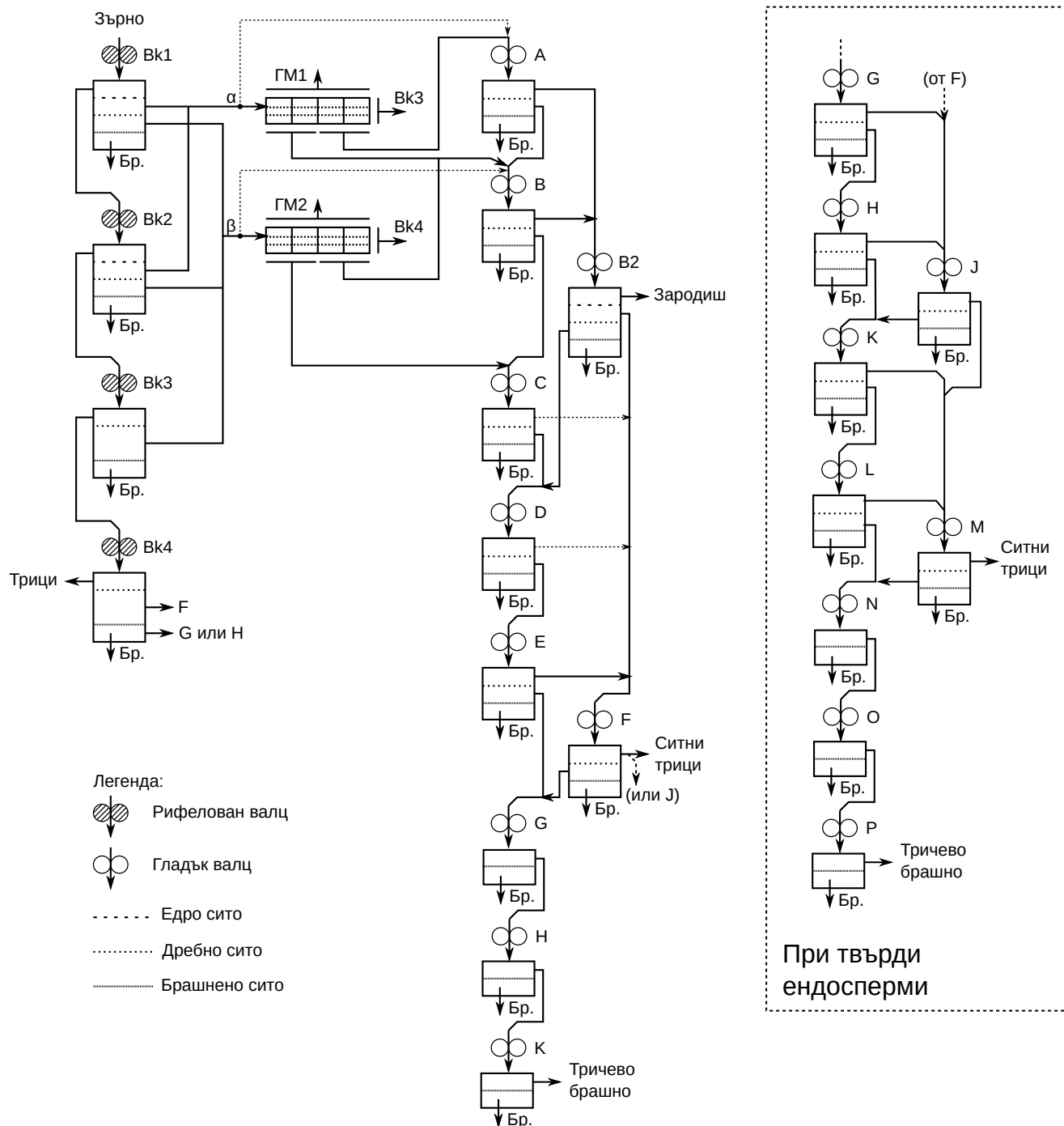
Разтворният процес обхваща 10 до 15 млевни системи, които разтварят отделения от шротуването ендосперм до брашна и по-едри фракции - „надсевки“ или „опашки“. В Европейските мелници процесът приключва със система К, докато в Съединените щати мелниците, които често смилат пшеници с твърд ендосперм<sup>1</sup>, имат няколко допълнителни системи след К (виж фигура 1 пунктираната част).

Смилането се извършва на валове, които се отличават от тези при шротовете в два главни аспекта:

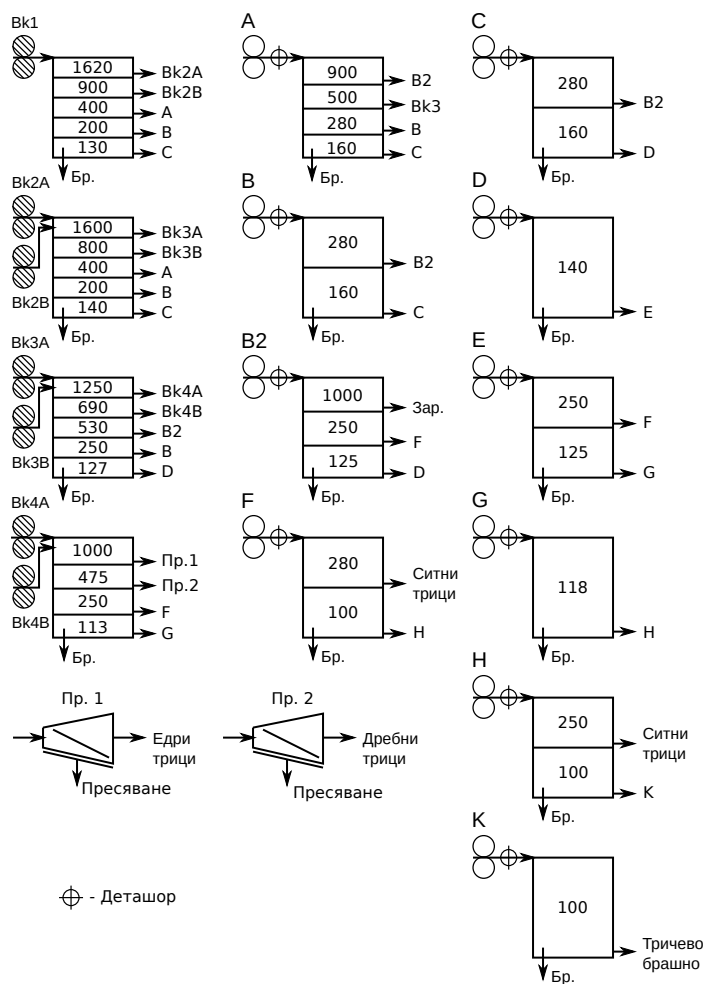
- Повърхността на валове е гладка или матирана. Рифеловани валове рядко се използват и то само в една или две определени системи, но получените брашна, неминуемо, ще бъдат по-тъмни, с кремав цвят и с по-високо пепелно съдържание
- Диференциалът между скоростите на гладките валове е от 1,25:1 до 1,5:1, а ако се използват назъбени валове е от 1,5:1 до 2,0:1.

Тези особености целят въздействието върху смиланите частици да бъде основно на смачкване и по-малко на изстъргване и разкъсване. Така разтворният процес ще бъде „щадящ“ за обвивките и получените брашна ще бъдат максимално бели.

<sup>1</sup>В цялата статия под „мек“ и „твърд“ ендосперм се разбират физичните понятия „мек“, т.е. лесно разруσιμο и „твърдо“, т.е. трудно разруσιμο. Меката пшеница (*Tr. aestivum*) може да бъде с „мек“ ендосперм и с „твърд“ ендосперм и това се определя генетично. Б. на авт.



Фигура 1. Принципна схема на мелница за смилане на мека пшеница (*Tr. aestivum*) и получаване на голям рандеман бели брашна.



Фигура 2. Принцилна схема на промишлена мелница за мека пшеница (Tr. aestivum) с голям рандеман бели брашна.

Едрите и средните грисове се разтварят в системи А и В, целта на които е да ги раздробят до дунстове. Последните, след пресяване, се отправят към система С. Грисовите, подавани в А и В, неизбежно съдържат частици от обвивките и частици от зародиша. Чрез внимателно настройване на междуваловото разстояние, тези частици от обвивки и зародиш могат да се превърнат в „питки“ без излишно раздробяване и да се отделят при пресяването като най-едри фракции. Тези фракции и подобните фракции от другите разтворни системи се насочват към специални системи за смилане на груби частици наречени „надсевъчни“ или „системи за смилане на опашки“. Тези системи са В2, F, J и М. Останалите системи D, E, G, H и т.н. смилат дунстовете до брашна. Повечето мелници от този тип отделят пшеничен зародиш като най-едра надсевка от система В2.

Малко количество грисове с ниско качество (тъмни грисове), получени от последните шротови системи, се подават на определени места от систе-

ма D нататък. Най-често в F се подават грубите фракции от 4 и 5 шрот, а в G, H и K се насочват дунстовете от същите шротове. Важното е да не се замърсяват грисовите в А, В и С системи, от които се получават най-белите брашна.

Показаната схема е опростена като в една реална мелница може да има повече системи с по-детайлно разделяне на междинните продукти.

Схема на действаща мелница за производство на големи количества бели брашна е показана на Фиг. 2 и напълно прилага изложените дотук особености. Реализирана е с четири шротови системи и десет разтворни. Шротовете Вк2, Вк3 и Вк4 са разделени на едри и дребни. След Вк4 са предвидени два пропелера за максимално извличане на ендосперма. В схемата няма грисмашини. Едрите и средните грисове се „шлифват“ директно на системи А и В, а дребните грисове и дунстовете се разтварят на система С. Смлените от гладките валове продукти преминават през деташори за разбиване на питките и след това се подават за

пресяване.

Примерен среден добив на брашна и тяхното пепелно съдържание са показани за всяка система (табл. II). Най-белите брашна се получават от първите шротови системи и А, В, С, D и Е разтворни. Същите системи имат и най-голям среден добив на брашна.

Брашната от крайните шротови и разтворни системи имат най-високо съдържание на протеини (табл. II). Частиците брашно при тях се извличат от най-близките до обвивките слоеве ендосперм, които са и най-богати на протеини. Тези високо протеинни брашна се получават от най-тесните сита и са с най-малък размер на частиците<sup>2</sup>, но въпреки това, пепелното им съдържание е високо.

Таблица II

Среден добив на брашна (%) от отделните системи и тяхното пепелно съдържание и количество протеини. Пепелното съдържание и протеините са показани в % на база сухо вещество (Willm, 1977)

Система	Добив брашна, %	Пепелно съдържание, % с.в.	Протеини, % с.в.
Bk1	7	0,40	9,5
Bk2	7	0,60	10,2
Bk3	3	1,20	13,4
Bk4	1,5	1,60	14,8
Bk5	0,5	1,80	15,8
A	17	0,35	9,0
B	13	0,45	9,5
B2	3	0,70	11,0
F	1	1,10	12,7
C	19	0,45	10,0
D	15	0,60	10,5
E	5	0,80	11,5
G	3	1,20	12,9
H	1,5	1,40	13,8
K	0,5	1,60	14,7
Аспир.	3	-	-
Общо:	100	0,57	10,7

#### Допълнителни особености

Белите брашна се получават от сита №10 (приблизителни размери  $135 \mu m$ ). Изключение правят системи А и В, и рядко Bk2, където ситата могат да бъдат №9 (размери  $150 - 160 \mu m$ ). В последните шротови системи и към края на разтворния процес ситата плавно се сгъстяват от  $135 \mu m$  към  $100 \mu m$ .

По-тесните сита затрудняват пресяването и изискват много добра работа на планзихтерите.

<sup>2</sup>Най-фините фракции от брашната се състоят главно от частици протеини. Б. на авт.

Използват се високотехнологични планзихтери с голям брой къси ситови рамки и по-ефективно почистване на ситата. Придвижването на продукта върху ситата се извършва в резултат на въртенето на планзихтера. Не се използват ламели, които нарушават самосортирането. Натоварването на ситата е относително ниско. Ендоспермът на пшениците с мек ендосперм „се маже“ и пресяването е много трудно, затова при тях средното натоварване на ситата е  $1200 kg/m^2/24h$ , а при пшениците с твърд ендосперм е средно  $1500 kg/m^2/24h$ .

Независимо от структурно-механичните свойства на зърното, колкото по-fino брашно се произвежда, толкова разходът на енергия се увеличава, защото частиците се раздробяват до по-малки размери, а това изисква енергия (Гърков, 1965). Поради това мелниците с голям рандеман бели брашна са по-енергоемки и с по-голяма обща валова дължина. Средното натоварване на валовите е от  $45$  до  $70 kg/cm/24h$ . След 2000-та година, новите разработки валцмашини са с по-здрави лагерни окачвания и по-високи скорости на въртене на валовите и това позволява натоварването да се увеличи до  $80 - 100 kg/cm/24h$ .

Въпросът за обогатителния процес остава спорен. Някои специалисти считат, че грисмашините трябва да се използват само, когато мелницата произвежда грис за консумация, едрозърнести (дунстови) брашна, като макаронени и други специални брашна или хлебопекарни брашна с пепелно съдържание под  $0,45\%$ . В много мелници по света обогатяването изцяло липсва или се използва съкратен обогатителен процес (Куприц Я.Н. et al., 1977, р. 266).

Допълнително предимство на високорандеманните мелници е възможността да произвеждат широка гама от брашна, отговарящи точно на изискванията на клиента. Това се постига чрез разделяне на потоците брашна на тъмни и светли и последващо смесване на вече готовите партии до краен продукт с търсеното пепелно съдържание. Освен това, потоците брашна могат да се разделят на високо- и нискобелтъчни, с много или малко повредени нишестени зърна и др., което допълнително увеличава възможностите за пазарна реализация.

#### III. Обобщение

В настоящата публикация са показани особеностите на мелници за смилане на мека пшеница с голям рандеман бели брашна. Показана е принципната схема на млевния процес и са разгледани

основните етапи на смилане. Посочени са някои технически и проектни показатели на тези мелници. Главна характеристика на млевният процес е стремежът към максимално извличане на ендосперма и плавно въздействие върху частиците при превръщането им в брашна. Посочените в статията принципи могат да се използват като насоки при проектиране на нови мелници и усъвършенстване на съществуващи млевни процеси.

### Литература

- [1] Canadian grain commission (2005) 'Harvest quality data'. Available at: <http://www.graincanada.gc.ca>.
- [2] Kent, N. L. (1966) *Technology of Cereals with Special Reference to Wheat*. First. London UK: Pergamon Press Ltd.
- [3] Lockwood, J. F. (1945) *Flour Milling*. London, UK: The Northern Publishing Co. LTD.
- [4] Lockwood, J. F. (1960) *Flour milling*. 4th-th edn. Liverpool: Northern Publ. Co. Ltd.
- [5] Posner, E. S. (2005) *Wheat Flour Milling*. 2nd-nd edn. St. Paul, Minnesota, USA: AACC Inc.
- [6] Willm, (1977) *Неизвестен*.
- [7] Гърков, Н. П. (1965) *Наръчник на производственика от млевното отделение на мелниците*. София: Издателство 'Техника'.
- [8] Джоунс, К. Р. and Циглер, Е. (1968) 'Основни мукомольного производства', in Шунка, I. (ed.) *Пшеница и оценка ее качества*. Москва: Издательство 'Колос', p. 100.
- [9] Илиев, И. П. (1949) *Наръчник на мелничаря*. София: Печатница '9 септември'.
- [10] Куприц Я.Н. et al. (1977) *Технология преработки зърна*. 2nd-е издание edn. Edited by Г. А. Егоров. Москва: Издательство 'Колос'.
- [11] Маринов, В., Пятницкий, В. and Стефанов, Г. (1977) 'Резултати от усъвършенстване на технологичната схема за тритивно мелене на пшеница', in *Реконструкция и модернизация на силозно-складовото стопанство и мелничната промишленост (Материали от научно-техническа конференция)*. София: Национален център за научна и техническа информация по селско стопанство, хранителна промишленост и горско стопанство МЗХП, p. 123.



Николай Димитров е преподавател в „Университета по хранителни технологии“ в град Пловдив. Занимава се, основно, със съхранение на зърно и зърнопродукти. Автор е на няколко учебника, учебни помагала и публикации в различни направления. Той е работил в две мелници в България, откъдето идва и интересът му към мелничарството.