

633.34  
Н 19

В. В. Назаренко

**СНИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ  
ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЕРНА СОИ**

**В. В. Назаренко**

**СНИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ  
ЗЕРНА СОИ**

**Дальневосточный государственный  
аграрный университет  
Благовещенск, 1996 год**

Монография рекомендована к изданию управлением сельского хозяйства и продовольствия Амурской области, учеными советами Дальневосточного государственного аграрного университета и Дальневосточного научно-исследовательского проектно-технологического института механизации и электрификации сельского хозяйства.

Рецензенты: академик Б. И. Кашпура, член-корреспондент Ю. В. Терентьев, главный агроном Э. М. Петров и начальник отдела механизации В. М. Ширяев управления сельского хозяйства и продовольствия Амурской области.

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим направлением в сельском хозяйстве Дальнего Востока является возделывание сои. С соей связывают решение острейшей аграрной проблемы — увеличение производства незаменимого белка.

Быстрые темпы развития производства зерна требуют высокой механизации всех операций и особенно его уборки. Поскольку на настоящем этапе немаловажным резервом увеличения производства зерна является повышение урожайности, основу которой составляют высококачественные семена, то на конструкцию зерноуборочных машин и их режимы работы накладывается особое требование.

Требование это сводится к следующему — при силовом взаимодействии семян с рабочими элементами зерноуборочных комбайнов зерно не должно перегружаться выше своих естественных пределов прочности. Несоблюдение этого требования ведет к местному или общему разрушению семян — их микроповреждению и дроблению.

Современные зерноуборочные комбайны в силу несовершенства конструкций молотильных аппаратов и нарушения технологических регулировок в значительной степени повреждают зерно. Особенно большой процент повреждения зерна наблюдается при обмолоте крупносеменных культур, семена которых обладают малой механической прочностью. К таким культурам можно отнести и сою.

В данной монографии представлены результаты исследования факторов, влияющих на повреждение зерна при взаимодействии с рабочими органами комбайна, дана оценка вреда, наносимого зерновому хозяйству в результате повышенного механического повреждения, и обоснованы меры по снижению механического травмирования зерна сои при обмолоте.

Приведенные в монографии результаты исследований будут полезны производственникам, селекционерам, научным работникам и конструкторам.

## НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОИ

Соя — важная техническая, продовольственная и кормовая культура. Из всех зернобобовых культур, возделываемых в нашей стране на пищевые и кормовые цели, соя — наиболее ценная культура. Особое положение сои в группе распространенных зернобобовых культур обусловлено сравнительно высоким содержанием в ее зерне биологически активного, высокопитательного белка и жира. В зависимости от сорта и условий выращивания соя может содержать даже до 55% белка, 27% жира, обладающего высокими пищевыми качествами, и свыше 30% углеводов (37).

Отмечая достоинства сои, известный дальневосточный селекционер В. А. Золотницкий (23) указывал на то, что ни одно растение в мире не может произвести за 100 дней столько жира и белка, сколько дает соя, ни одно растение в мире не может соперничать с ней по количеству вырабатываемых продуктов.

Говоря о народнохозяйственном значении сои, следует прежде всего назвать производство из ее семян высокобелковых продуктов питания и масла.

Калорийность 100 гр. сои составляет 411 калорий, в то время как гороха — 336, фасоли — 335, чечевицы — 334, пшеницы — 347.

Соя отличается высокой перевариваемостью и усвояемостью; перевариваемость белков — 77...92%, масла — 94...100%, углеводов — 79...100%, общая усвояемость — 84...100% (26).

Благодаря высокому содержанию жира, соя считается рентабельным сырьем для маслостроительной промышленности. Соевое масло по своему составу очень близко к жиру коровьего молока. Оно применяется для производства маргарина, пищевого сала. По полноценности и калорийности соевое масло занимает второе место после подсолнечного.

В группу органических веществ семян сои входят фосфатиды, которые применяются при изготовлении шоколада. Добавка 3—5 кг фосфатидов на 1 т шоколада сокращает расход масла какао на 30—40 кг.

Получаемое из семян соевое молоко почти ничем не отличается от коровьего. Из соевого молока готовят следующие продукты питания: растительный сыр, простоквашу, творог, кефир, сливки, кумыс. Из незрелого зерна готовят вкусные питательные консервы, соусы, супы и приправы.

В настоящее время известно более 1000 блюд, приготовляемых из сои. Не останавливаясь на многих видах использования сои в этом направлении, отметим, что широкие пищевые ее возможности позволяют решить одну из насущных проблем — проблему белка как продукта питания человека (44).

В настоящее время соя используется для выпуска более 400 видов различной промышленной продукции. Широкое применение соя как сырье находит: в химической промышленности — для изготовления пластмасс, красок, тканей, глицерина; в резиновой промышленности —

для производства каучука; в медицинской промышленности — для приготовления медицинских препаратов и др. Соя в качестве сырьевого материала имеет значение и для оборонной промышленности. Олифы из полимиризованного соевого масла могут с успехом конкурировать с тунговыми, предназначенными для таких покрытий, как окраска корпусов морских судов. В Японии разработан способ изготовления из нее высококачественной смазки для авиационных двигателей и получения искусственного каучука (69).

Решающим условием повышения эффективности животноводства является создание прочной кормовой базы. По данным научных исследований в кормовой единице должно содержаться 110 грамм перевариваемого протеина. Пока же в среднем этот показатель не превышает 80 грамм, что приводит к нерациональному использованию корма (1,65).

Практика многих хозяйств Дальнего Востока указывает на разнообразные возможности применения сои на корм животным. Для этих целей используется все растение — в виде зерна, зеленой массы, силоса соломы; широко используются и отходы промышленной переработки соевого зерна — шрот и жмых.

Во всех случаях она повышает питательную ценность корма (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Количество питательных веществ в основных полевых культурах (26)

Культура	Содержание питательных веществ в 1 ц семян, кг			
	кормовых ед.	жира	перевариваемого протеина	перевариваемого протеина, г на 1 кормовую ед.
Соя	137	19,5	36,0	263
Кукуруза	134	4,0	7,8	59
Пшеница	113	2,0	16,0	142
Овес	100	1,5	8,5	85

Таблица 2

Питательность сои и других зернобобовых культур (68)

Культура	Содержание питательных веществ в 1 ц корма, кг					
	Зерно		Зеленая масса		Силос	
	кормовых ед.	перевариваемого протеина	кормовых ед.	перевариваемого протеина	кормовых ед.	перевариваемого протеина
Соя	137,0	29,2	36,0	3,5	20,2	3,5
Горох	114,0	19,5	16,0	2,8	15,0	2,0
Люпин кормовой	110,7	27,1	14,7	2,7	17,7	2,8
Бобы кормовые	115,0	23,7	16,0	2,6	18,0	2,3
Вика	119,2	22,5	17,0	3,7	13,8	2,3
Чина	109,3	21,6	21,0	4,4	15,0	2,5

В решении мясной и молочной проблемы скормливание животным соевого шрота и жмыха имеет особенно важное значение. Поэтому на международном рынке соевый шрот ценится в 2 раза дороже зерна пшеницы (44).

Высоко и агротехническое значение сои. В условиях Дальнего Востока она занимает одно из ведущих мест в севообороте и является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Это связано с тем, что соя, как никакая другая культура, обогащает почву азотом. Она не только потребитель, но и накопитель почвенного азота за счет фиксации его из атмосферы клубеньками, которые образуются на корнях.

Как пропашная культура соя дает возможность успешно бороться с сорняками.

Соя относится к числу лучших сидеральных культур. Запашка зеленой массы сои даже без минеральных удобрений дает среднегодовое увеличение урожая сои в среднем на 2,3 ц/га (37).

В условиях Амурской области большое значение имеет и то, что все работы по возделыванию сои проходят в менее напряженные периоды — сев проводится после зерновых культур, уход за посевами удачно сочетается с работами по уходу за посевами кукурузы, а урожай сои убирается тогда, когда закончится уборка зерновых, кукурузы на силос, картофеля. Таким образом, посеvy сои дают возможность равномерно использовать технику в течение всего периода сельскохозяйственных работ.

## ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

Посевные площади, урожайность и валовый сбор сои в мире, СССР и отдельных странах и регионах приведены в таблицах 3 и 4.

Благодаря интенсивному возделыванию и повышению урожайности за последние годы мировое производство сои значительно увеличилось. Средний урожай сои в США достигнут свыше 22 ц/га, Бразилии — 16 ц/га, КНР — 11 ц/га (36).

Началом соевосеяния в Амурской области нужно считать 1931—1932 года, когда увенчались успехом селекционные работы по выведению отечественных сортов сои, проводимые на Амурской сельскохозяйственной опытной станции В. А. Золотницким.

В 1932 году посевная площадь сои в Амурской области составила 2,1 тысячи гектаров. С этого времени посевные площади ежегодно увеличивались.

Амурская область в Дальневосточном экономическом районе занимает ведущее место по посевам сои, что видно из таблицы 5 (37).

Посевные площади, урожайность и валовые сборы сои  
в мире и отдельных странах - производителях

Таблица 3

Страна	Посевная площадь, млн. га				Урожайность, ц/га				Валовый сбор, млн. т			
	1979-81 гг. (в среднем)	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1979-1981 гг. (в среднем)	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1979-1981 гг. (в среднем)	1985 г.	1986 г.	1987 г.
Мир в целом в т. ч.	50,543	53,089	51,083	51,619	17,01	19,05	18,19	18,99	85,978	101,137	94,248	98,000
США	27,561	24,922	23,590	22,839	19,84	22,92	22,38	22,44	54,861	57,113	52,802	51,245
Бразилия	8,510	10,153	9,186	9,153	15,78	18,00	14,52	18,44	13,468	18,279	13,335	16,876
КНР	7,506	7,725	8,305	8,404	10,49	13,61	14,00	14,42	8,266	10,512	11,629	12,116
Аргентина	1,837	3,269	3,314	3,510	20,14	19,88	21,42	19,94	3,657	6,500	7,100	7,000
Италия	—	0,094	0,232	0,452	26,97	30,54	34,69	33,18	—	0,286	0,806	1,499
Канада	0,279	0,405	0,384	0,460	23,39	24,99	24,97	27,56	0,651	1,012	0,960	1,267
Парагвай	0,411	0,719	0,539	0,676	15,25	16,31	12,28	15,17	0,616	1,172	0,662	1,027
Индонезия	0,775	0,896	0,910	1,000	8,69	9,70	9,89	9,90	0,673	0,870	0,900	0,990
Индия	0,526	1,301	1,350	1,350	6,79	7,54	8,15	6,67	0,359	0,982	1,100	0,900

Таблица 4

Посевные площади, урожайность и валовые сборы сои в СССР  
за 1976 - 1988 гг. во всех категориях хозяйства

Республика	Посевные площади, тыс. га				Урожайность, ц/га				Валовые сборы, тыс. т			
	1976-1980 гг. (в среднем)	1981-1985 гг. (в среднем)	1987 г.	1988 г.	1976-1980 гг. (в среднем)	1981-1985 гг. (в среднем)	1987 г.	1988 г.	1976-1980 гг. (в среднем)	1981-1985 гг. (в среднем)	1987 г.	1988 г.
СССР	813,8	814,4	782,9	767,0	6,5	6,2	9,1	11,6	529,0	504,9	712,4	880,2
РСФСР	733,5	685,1	618,8	597,0	6,5	5,7	8,6	11,2	476,8	390,5	533,3	671,6
Укр. ССР	41,4	90,0	73,8	81,0	9,0	8,9	11,4	13,2	37,3	80,1	84,7	101,4
Казах. ССР	6,2	12,7	37,6	28,0	6,3	9,5	12,0	14,7	3,9	12,1	45,2	40,8
Груз. ССР	15,6	15,6	12,1	14,0	2,5	3,2	5,7	5,6	3,9	5,0	7,0	6,9
Молдав. ССР	6,9	11,8	32,2	40,0	9,0	9,8	11,4	13,7	6,6	11,6	36,9	52,7
Киргиз. ССР	0,21	0,28	1,8	0,28	9,5	12,5	20,5	17,7	0,2	3,5	3,7	5,1
Азербайд. ССР			6,1	0,28			2,3	3,9			1,4	1,1

Таблица 5

## Посевные площади, занятые под соей в регионах Дальнего Востока (тыс. га)

Годы	Всего посевов на Дальнем Востоке	Амурская область	Приморский край	Хабаровский край
1913	3,1		3,1	-
1917	9,2	-	9,0	0,2
1925	19,0	0,4	18,2	0,4
1940	123,2	65,2	48,0	10,0
1958	369,9	237,0	98,4	34,0
1865	843,0	573,0	203,0	67,0
1970	850,1	591,3	180,8	77,8
1975	784,1	562,3	153,7	68,1
1980	801,0	501,0	200,0	100,0
1990	568,0	416,0	104,0	48,0

Дальневосточными селекционерами выведены и в настоящее время широко внедрены достаточно урожайные с большим содержанием жира и сырого протеина сорта сои (таблица 6) (78).

Таблица 6

## Характеристика некоторых сортов сои

Сорт	Урожайность, ц/га	Содержание жира, %	Содержание протеина, кг	Период вегетации, дней	Высота прикрепления нижних бобов, см
Амурская-310	16,8...21,5	20,4	40,6	103	13,2
Янтарная	17...22,9	20,5	38,8	108	14,0
ВНИИС-1	22	20,8	40,8	102	13,8
Смена	15,4...19,4	19,5	42,6	96	14,5
ВНИИС-2	22	21,0	40,6	96	13,3
Приморская-529	18...24	20,6	40,6	124	17,0
Приморская-494	18...23	21,0	39,8	113	12,0

## ВИДЫ И ИСТОЧНИКИ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ УРОЖАЯ СОИ

Потери урожая условно можно разбить на две большие группы: прямые (невозвратимые) и косвенные. К прямым относят количественные потери урожая, к косвенным — качественные.

При уборке прямые потери включают в себя потери недомолотом и свободным зерном в соломе и полове, срезанными (опавшими) и несре-

занными бобами, свободным зерном за жаткой, россыпью зерна через щели и неплотные соединения в комбайне, а также потери от естественного самоосыпания зерна при запаздывании с уборкой.

К косвенным потерям относят снижение посевных качеств зерна от тех или иных причин, в частности, к этой группе относят все механически поврежденные зерна.

Для устранения потерь зерна необходимо знать их источники и виды при уборке комбайнами. Это позволит правильно наладить контроль за качеством уборки, полностью использовать возможности технологических регулировок рабочих органов уборочных машин, наиболее эффективно применять те или иные специфические приемы уборки и приспособления к рабочим органам.

Источником потерь у комбайна являются жатка и молотилка. В свою очередь, источниками потерь жатки являются режущий аппарат, делители и мотовило, а молотилки — молотильное устройство, соломотряс, зерноочистительное устройство, а также шнеки и элеваторы. Чтобы своевременно и наиболее эффективно устранить любые потери, мало знать их виды и источники. Нужно знать, из какого источника происходит наибольшая утечка зерна, в какой последовательности нужно регулировать рабочие органы комбайна в зависимости от факторов, влияющих на возникновение того или иного вида потерь.

Потери зерна при комбайновой уборке колеблются в широких пределах в зависимости от ряда причин, которые можно свести в пять основных групп: 1) состояние хлебостоя и участка (урожайность, соотношение веса зерна и соломы, их влажность, спутанность хлебостоя, засоренность, сорт, рельеф поля); 2) метеорологические условия (ветер, дождь, относительная влажность воздуха, заморозки); 3) правильная технологическая регулировка рабочих органов комбайна в зависимости от состояния обмолачиваемой массы и метеорологических условий, кроме того, качество регулировок определяется конструктивными возможностями машины; 4) конструктивные недостатки уборочных машин, не позволяющие полностью устранить или значительно снизить те или иные виды потерь зерна; 5) организационно-хозяйственные факторы (техническое состояние комбайнов, уровень подготовки комбайнеров и т. д.). Уборка урожая должна проводиться в соответствии с агротехническими требованиями: высота среза стеблей не должна превышать 7 см, потери зерна от недомолота — не более 1%, дробление зерна — не более 5%.

К уборке сои приступают, когда зерно достигает хозяйственной спелости (стебли и бобы бурые, зерно принимает округлую форму, лист опал).

У большинства сортов сои значительная часть бобов находится в нижней части растений. Так, у сорта Амурская-310 бобы располагаются следующим образом: в зоне 0...5 см от поверхности почвы — 1,58%, в зоне 5...10 см — 7,13%, 10...15 см — 18,44% (72).

Отсюда следует, что уборку сои нужно производить на минимально возможной высоте среза. При увеличении ее потери за жаткой резко возрастают.

В зависимости от условий уборки потери за жаткой комбайна достигают 8...20% урожая на корню (72). Потери урожая за жаткой складываются из несрезанных, опавших бобов и свободного зерна, что объясняется низким прикреплением и осыпанием их при воздействии планок мотвила на стебли сои.

Основную часть потерь составляют опавшие бобы (52,3...59,6%). На долю несрезанных приходится от 5,6 до 26,7%, свободного зерна — 7,1...17,9%.

Для уменьшения потерь за счет опавших бобов особое внимание при уборке сои необходимо обратить на подготовку и настройку мотвила. При уборке сои планки с мотвила должны быть сняты, а вал мотвила располагаться над линией ножа или выноситься вперед на 20—25 мм.

Существенное влияние на сокращение потерь за жаткой оказывает правильный подбор частоты вращения мотвила. Наиболее благоприятные условия для среза растений и очистки режущего аппарата от срезанной массы создаются при отношении окружной скорости мотвила и поступательной скорости комбайна, равном 1,4—1,6.

В процессе уборки наблюдаются значительные потери в виде механически поврежденного зерна. Одним из основных источников механического повреждения зерна является молотильно-сепарирующее устройство комбайна. Установлено, что в отдельные годы в процессе обмолота величина механических повреждений достигает 20% и более.

Так, при выявлении причин низкой всхожести семян сои Конченко Н. Ф. и др. (34) был проведен анализ состояния исходного материала из-под комбайна. Кроме примесей, в исходном материале находилось 5...10% дробленого зерна, 10...20% морозобойного.

Присяжная С. П. (58) исследовала качество поступившего зерна в бункер комбайнов в ряде хозяйств Амурской области. Данные, приведенные в таблице 7, свидетельствуют о том, что практически во всех хозяйствах при обмолоте современными зерноуборочными комбайнами допускается значительное механическое повреждение зерна.

Нами был проведен анализ 135 двухбарабанных (СКД-5Р) и 20 однобарабанных (СК-4) комбайнов на уборке сои в хозяйствах Амурской области, с целью оценки (по механической повреждаемости зерна) их качества обмолота. Результаты исследования представлены в таблице 8.

Анализ полученных данных показывает, что более чем у 50% исследованных комбайнов дробление зерна составляет 6...14%, а микроповреждения — 14...26%.

Таблица 7

## Травмирование семян сои при уборке в хозяйствах области

Хозяйство	Сорт сои	Травмирование, %	
		Дробление	Микроповреждение
Колхоз "Приамурье"	Смена	17±0,78	7±0,75
	Амурская-310	8±0,76	11±0,50
Совхоз "Тамбовский"	Амурская-310	8±0,70	6±0,50
Совхоз "Волковский"	Амурская-310	10±0,74	8±0,50
Совхоз "Димский"	Амурская-310	10±0,31	9±0,35
Опытное хозяйство ВНИИ сои	Амурская-310	5,5±0,44	6±0,30

Таблица 8

## Механическое повреждение зерна при уборке сои серийными комбайнами в хозяйствах Амурской области

Дробление, %	Количество комбайнов, %		Микроповреждение, %	Количество комбайнов, %	
	СКД-5Р	СК-4		СКД-5Р	СК-4
3-6	16,6	20,0	3-6	1,8	-
6-10	33,4	35,0	6-10	3,0	-
10-14	17,4	25,0	10-14	15,0	15
14-18	12,2	10,0	14-18	24,2	35,0
18-22	6,4	5,0	18-22	18,0	20,0
22-26	4,0	5,0	22-26	20,0	25,0
26-30	3,0	-	26-30	10,0	5
30-34	2,5	-	30-34	5,0	-
34-38	2,5	-	34-38	1,5	-
38-42	2,0	-	38-42	1,5	-

Федченко Б. Х., Гонтарь А. С. и др. (77) изучали травмирование зерна различными органами комбайна на уборке сои.

При обмолоте сои сорта Смена комбайном СКД-5Р, рабочие органы которого были отрегулированы на оптимальный режим, были получены результаты (таблица 9), свидетельствующие о том, что после молотильно-сепарирующего устройства вторым опасным, с точки зрения механического повреждения зерна, рабочим органом комбайна являются шнеки.

**Повреждение зерна сои рабочими органами комбайна, %  
(Влажность зерна 12,5%)**

Рабочий орган	Микроповрежде- ние	Дробление	Суммарное травмирование
Наклонная камера	0,3	0,8	1,1
Молотильно-сепарирующее устройство	1,8	1,85	3,65
Шнек зерновой	0,8	0,3	1,1
Шнек колосовой	0,9	0,2	1,1
Элеватор зерновой	0,3	0,3	0,6
Элеватор колосовой	0,5	0,3	0,8
Шнек выгрузной	0,5	0,44	0,94
<b>ИТОГО:</b>	<b>5,1</b>	<b>4,19</b>	<b>9,29</b>

Основными причинами механических повреждений могут быть: для шнека — защемление между витками и кожухом; — элеватора и транспортера наклонной камеры — защемление зерна между зубьями звездочек и звеньями цепей, а также трения и ударов о стенки кожухов; — молотильно-сепарирующего устройства — защемление между штифтовым барабаном и подбарабаньем, бичами бильного барабана и планками подбарабанья, а также удара вращающимися рабочими органами по зерну и удара зерна, приобретшего большую скорость, друг о друга и металлические части устройства.

О том, что шнек из всех транспортирующих органов вызывает наибольшие повреждения зерна, свидетельствуют и результаты исследования поточных линий для послеуборочной обработки зерна, проведенные Присяжной С. П. (58).

Таблица 10

**Повреждение семян сои машинами поточной линии  
в зависимости от влажности обрабатываемого зерна**

Влажность зерна, %	Количество травмированного зерна, %		
	Скребок- портёр	Шнек	Нория
8-9	3,5	8,0	4,1
10-11	3,0	7,0	3,4
12-13	2,5	6,4	2,8
14-15	2,4	6,3	2,6
16-17	2,8	7,0	3,0
18-19	3,0	7,4	3,5

Данные таблицы 10 свидетельствуют о том, что травмирование зерна шнеками, для зерна различной влажности, в 2,29...2,62 раза больше чем скребковым транспортом и в 1,95...2,42 — чем норией.

Механические повреждения зерна принято делить на две большие группы — макро- и микроповреждения. При испытании зерноуборочных комбайнов, молотильных устройств и других рабочих органов и машин придерживаются следующей классификации механических повреждений: макроповреждения — дробленое вдоль или поперек семядолей, мелкодробленое, четвертинки, полностью удалена оболочка; микроповреждения — выбит или поврежден зародыш, трещина оболочки, срыв части оболочки, царапины, вмятины.

Зерна с макроповреждениями по своим физико-механическим свойствам значительно отличаются от целых и поэтому легко отделяются на любых современных зерноочистительных и сортировальных машинах. В то же время зерна с микроповреждениями нельзя отделить от неповрежденных даже на самых сложных зерноочистительных устройствах. Зерна с полностью выбитым зародышем, т. е. с повреждением, хорошо различимым невооруженным глазом, но практически неотделимые от целых зерен, относят к микроповрежденным.

Для определения микроповрежденных зерен применяют два метода: первый — биологический, или косвенный, второй — органолептический, или прямой.

Сущность биологического метода заключается в том, что о количестве микроповреждений судят по всхожести зерна. Причем сравнивают ее со всхожестью зерна, намолоченного вручную.

Однако этот метод даст только относительное значение количества микроповрежденного зерна в образце или партии, так как снижение всхожести может быть вызвано отчасти и другими причинами (наличие беззародышевых, недоразвитых, поврежденных вредителями или болезнями семян и т. д.), а не только механическими травмами. К тому же такой метод не дает возможности установить характер микроповреждений отдельных зерен, выяснить, какое по крупности зерно получает те или иные виды травм и как влияют различные виды микроповреждений на посевные качества семян (всхожесть, жизнеспособность, силу начального роста, полноту появления всходов) и в конечном результате на продуктивность растений, т. е. на урожайность. Сущность органолептического, или прямого, метода заключается в том, что зерна просматривают под лупой 7—10-кратного увеличения и разделяют по характеру микроповреждений на отдельные фракции. Для этого от среднего образца зерна (2—2,5 кг), взятого из машин, выделяют две навески по 100 г и от целого по внешнему виду зерна отбирают подряд без выбора две сотни зерен от каждой навески, что дает по каждому образцу 400 зерен для определения микроповреждений, которые и просматривают под лупой. Выделенные семена с микротравмами сортируют по видам, подсчитывают и взвешивают с точностью до 0,01 г на технических весах.

Приведенная методика позволяет получить следующие показатели: число микроповреждений по количеству, весу зерна и в %; соотношение различных видов повреждений по количеству, по весу зерна и в %; вес 1000 зерен, имеющих тот или иной вид микроповреждений.

## ПРИЧИНЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЕРНА КОМБАЙНАМИ

Главная причина значительных механических повреждений зерна существующими молотильными устройствами заключается в несоответствии технологического процесса обмолота биологическим и физико-механическим свойствам зерна и растений сои в период уборки. Это несоответствие заключается в том, что полностью выделить зерно из бобов стремятся при высоких окружных скоростях барабана путем протаскивания продукта через узкие зазоры молотильного устройства на выходе.

Факторы, влияющие на возникновение механических повреждений зерна при обмолоте, можно разделить на четыре группы: 1) физико-механические свойства обмолачиваемой массы, или природное состояние (влажность, форма и размеры зерна, его видовые и сортовые особенности, способность к обмолачиваемости, соотношение зерна и соломы, засоренность обмолачиваемой массы, температура окружающей среды); 2) конструктивные особенности молотильного аппарата и других рабочих органов комбайна (тип барабана, тип подбарабанья и угол обхвата им барабана, вид материала для изготовления рабочих органов молотилки, их взаимное расположение); 3) техническое состояние молотильного аппарата и других рабочих органов молотилки (износ бичей и планок подбарабанья, перекося молотильного барабана, изгиб подбарабанья); 4) технологические регулировки и режим работы молотильного аппарата и других рабочих органов молотилки (частота вращения барабана, молотильные зазоры, величина подачи обмолачиваемой массы).

Над устранением факторов, относящихся к первой группе, должны работать совместно селекционеры, агротехники и агрономы-производители.

Только в результате их совместных усилий можно добиться такого физико-механического состояния обмолачиваемой массы, которая будет способствовать максимальному снижению механических повреждений зерна при обмолоте.

Вторая группа факторов зависит от деятельности научных работников и конструкторов машин. Последние при проектировании новой техники предусматривают наиболее совершенные рабочие органы с технически и технологически обоснованными параметрами, добиваются лучшего взаимоположения отдельных узлов, учитывая результаты научных исследований.

Третья группа факторов связана с работой технологов-машиностроителей, инженеров-эксплуатационников и ремонтников. Нормальное

техническое состояние комбайна в целом и его отдельных рабочих органов является основой получения хороших показателей работы молотилки.

Четвертая группа факторов зависит прежде всего от квалификации комбайнера, который в своей работе творчески использует и реализует возможности названных выше факторов. В зависимости от конкретных биологических и физико-механических свойств убираемой культуры, с учетом конструктивных особенностей и технического состояния молотильного аппарата, а также других рабочих органов молотилки и комбайна в целом, комбайнер должен выполнить технологическую регулировку молотилки и выбрать режим работы агрегата так, чтобы зерно при обмолоте получило минимальные механические повреждения, а потери недомолотом и свободным зерном в соломе составляли минимальную величину.

Многочисленные экспериментальные исследования, производственный опыт показывают, что проблема устранения механических повреждений зерна при уборке может быть решена только в результате совместной творческой работы селекционеров, агротехников, производственников, конструкторов, инженеров-эксплуатационников, научных работников. Нельзя решать вопрос снижения механических повреждений зерна при обмолоте только путем улучшения показателей одной какой-либо группы факторов, лишь комплексное использование возможностей всех факторов может привести к положительным результатам.

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА И СТЕБЛЕЙ СОИ

Размерные характеристики. Основными размерными характеристиками являются длина, ширина, толщина и коэффициент сферичности (шаровидности) зерна сои, которые зависят в значительной степени от сорта (таблица 11).

Таблица 11

Сорт сои	Размеры, мм			Коэффициент сферичности
	длина	ширина	толщина	
Салют-216	6,8	6,0	5,4	0,84
Смена	5,9	5,6	4,7	0,87
ВНИИС-2	6,7	6,2	5,2	0,83

Очень сильное влияние на размеры оказывает влажность зерна. При увеличении влажности зерен сои сорта Салют-216 от 9,8% до 29,2% длина увеличивается в среднем на 0,8 мм, ширина — 0,5 мм, а толщина

0,3 мм. Причем коэффициент сферичности, при изменении влажности в указанных пределах, изменяется с 0,84 до 0,79, т. е. зерно сои с увеличением влажности теряет округлую форму и становится более продолговатым (48).

Данные по средним, минимальным и максимальным коэффициентам сферичности для различных сортов сои представлены в таблице 12.

Таблица 12

Сорт сои	Коэффициент сферичности		
	минимальный	максимальный	средний
ВНИИС-1	0,71	0,98	0,86
Янтарная	0,63	0,98	0,88
Смена	0,74	0,97	0,87
Амурская-310	0,80	0,99	0,90
ВНИИС-2	0,70	0,98	0,83

Конченко Н. Ф., Кириленко Ю. П., Самуйло В. В. (33) отмечают, что при одной и той же влажности семян сои одного и того же сорта Смена размеры и абсолютный вес одного зерна варьируют в довольно широких пределах: длина — 5,0...7,2 мм, ширина — 4,5...7,0 мм, толщина — 3,6...5,9 мм, вес — 58...165 мг.

Многими авторами (1, 20, 21, 26, 67, 68) изучалось влияние размеров и веса семян сои на продуктивность растений.

В опытах ВНИИ кукурузы в среднем за шесть лет урожай сои при посеве мелкими семенами был на 1,05 ц/га, а средними — на 0,78 ц/га меньше чем крупными (1).

Производственный опыт с сортом Приморская-529 проведен на Приморской сельскохозяйственной опытной станции.

При комбайновой уборке урожай участка, засеянного крупными семенами, составил 10,2 ц/га, средними — 8,8 ц/га, а мелкими только — 5,7 ц/га. К крупной фракции были отнесены семена с абсолютным весом 1000 семян 260 г, средней — 200 г, мелкой — 160 г (67).

По данным ВНИИМК (26) урожай семян от крупных фракций на удобренном фоне был 11,4 ц/га, от мелких — 10,6 ц/га.

По данным Енкина В. Б. (20,21), отбор крупных семян давал прибавку урожая на 12...16%. Размеры семян сои влияют не только на урожайность, но и в целом на продуктивность всего растения (таблица 13) (67).

В данных экспериментах крупную фракцию получали сходом семян с решет, с отверстиями 8 мм. Деляны, на которых были высеяны крупные семена, отличались более мощным развитием растений, ярко-зелеными листьями.

## Влияние крупности семян на продуктивность растений

Показатель	Сев семенами	
	мелкими	крупными
Урожайность, ц/га	7,8	14,9
Вес 1000 зерен, г	180,9	219,7
Количество ветвей на растении	0,6	2,7
Количество бобов	7,8	16,7
Количество листьев	11,2	16,5
Площадь листьев тыс. кв. м/га	30,5	43,5

Лещенко А. К. (40, 41), Беликов И. Ф. (2) установили, что при посеве крупными фракциями урожай сои может быть повышен на 10% по сравнению с посевом несортированными и на 33% — по сравнению с посевом мелкими семенами. Причем при посеве крупными семенами не только увеличивается урожай в первом поколении, но и улучшается их качество во втором поколении.

Приведенные факты показывают, что использование семян крупной фракции — весьма эффективный прием, заслуживающий широкого внедрения.

Коэффициент трения скольжения стеблей и зерна сои. При обмо- лоте стебли, перемещаясь в молотильном зазоре, испытывают давление со стороны рабочих органов молотильного аппарата.

Характер связи двух тел (стебли — рабочая поверхность), которые находятся под действием сжимающей нагрузки, определяется коэффициентом трения скольжения. Так как закономерные связи между удельным давлением и коэффициентом трения отсутствуют, сопоставление фрикционных показателей различных рабочих поверхностей возможно производить по средним величинам, полученным при одних и тех же давлениях.

Показатели трения какой-либо пары в практических условиях не являются постоянной величиной, поскольку воздействие факторов на процессы трения изменяется во времени. Кроме того, в отличие от металлов, материалам органического происхождения свойственна неоднородность, обусловленная различием структурного состава растительной массы, морфологическими особенностями и влагосодержанием. Поэтому, при проведении экспериментов соблюдались следующие требования. Рабочая поверхность трения превосходила размеры каретки в 2,5 раза. Растительные образцы вырезались из средней части стеблей. Вырезанные из стеблей образцы монтировались на поверхности каретки вплотную друг к другу так, чтобы образовалась хорошо выровненная поверхность, обеспечивающая максимально возможное количество точек контакта растительного образца с поверхностью трения. Для этого на данную каретку монтировались только те образцы, толщина которых отклонялась от средней не более чем на  $\pm 0,5$  мм. Стеблевые

узлы и другие подобные им образования рабочей поверхности каретки не допускались.

При монтаже образцы располагались длинной осью по направлению силы трения.

В таблице 14 представлено изменение коэффициента трения скольжения стеблей сои (средних значений) по разным поверхностям в зависимости от влажности растений при постоянной температуре воздуха + 22°C. Влияние влажности на коэффициент трения стеблей сои по различным рабочим поверхностям весьма значительно. Чем выше влажность растений, тем больше коэффициент трения (7,8,9). При влажности 8,8% этот коэффициент для разных поверхностей был в пределах 0,18...0,46, а при влажности 26% для тех же поверхностей — 0,47...0,64.

Коэффициент трения стеблей сои по резине, изменяющийся при разных влажностях от 0,46 до 0,64, значительно выше, чем по капрону и стали.

Аналогичная закономерность изменения коэффициента трения скольжения наблюдается и при взаимодействии семян сои с теми же рабочими поверхностями (таблица 14). При увеличении влажности с 8,8 до 26,0% коэффициент трения по резине, капрону и стали увеличился соответственно в 1,9; 2,36 и 2,6 раза. Причем для всех испытуемых рабочих поверхностей коэффициент трения семян сои меньше коэффициента трения стеблей.

С увеличением влажности от 9,8% до 23% при температуре 20°C коэффициент трения семян сои по оцинкованной стали, прорезиненному ремню, ячеистой резине, стеклу возрастает на 56,8...80,3% (таблица 15).

На основании проведенных экспериментов было установлено, что на коэффициент трения семян оказывает влияние и температура (таблица 16). При увеличении температуры коэффициент трения по стали, капрону и дереву уменьшается. Характер изменения коэффициента остается похожим для всех этих материалов, т.к. свойство их поверхности не изменяется с ростом температуры в исследуемых пределах.

Таблица 14

Коэффициент трения семян и стеблей сои сорта Салют-216

Рабочая поверхность	Влажность, (%)					
	8,8	10,0	13,2	15,6	18,5	26,0
с е м е н а						
Резина	0,32	0,36	0,38	0,42	0,48	0,62
Капрон	0,22	0,23	0,24	0,28	0,33	0,52
Сталь	0,17	0,18	0,22	0,25	0,28	0,45
с т е б л и						
Резина	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,64
Капрон	0,25	0,27	0,28	0,29	0,35	0,54
Сталь	0,18	0,20	0,23	0,26	0,30	0,47

Таблица 15

## Средние значения коэффициента трения семян сои сорта Салют-216

Рабочая поверхность	Влажность, (%)					
	9,8	11,7	13,3	15,1	21,3	23,0
Стекло	0,35	0,38	0,39	0,43	0,47	0,52
Оцинкованная сталь	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47	0,52
Прорезиненный ремень	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,40
Ячеистая резина	0,42	0,43	0,45	0,53	0,66	0,74

Иначе обстоит дело с коэффициентом трения по резине. С увеличением температуры коэффициент трения увеличивается. Объясняется это тем, что с увеличением температуры изменяются свойства резины, она становится мягче, эластичнее.

Таблица 16

## Зависимость коэффициента трения семян от температуры

Рабочая поверхность	Влажность зерна, %	Температура, С <sup>0</sup>				
		-2	+3	+10	+17	+20
Резина	10	0,32	0,32	0,33	0,34	0,36
Капрон	10	0,28	0,28	0,26	0,24	0,24
Сталь	10	0,24	0,23	0,23	0,20	0,18
Дерево	10	0,23	0,22	0,22	0,19	0,17

Угол естественного откоса. К механическим свойствам зернового материала, определяющим закономерности его движения, кроме коэффициентов трения, объемного веса, размеров частиц, относится и угол естественного откоса. Угол естественного откоса, коэффициенты внутреннего трения и трения о поверхность какого-либо материала — это показатели сыпучести. Хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет довольно легко перемещать их при помощи норий, шнеков, транспортеров. Степень заполнения хранилища зерновой массой зависит от сыпучести. Чем она больше, тем легче и плотнее заполняется емкость.

В литературе за угол естественного откоса зерновой смеси принимается угол между боковой стороной и основанием треугольника, полученного при вертикальном сечении кучи по диаметру основания.

Угол естественного откоса в зависимости от влажности и материала основания представлен в таблице 17 (8, 9). Исследованию подвергались семена сои сортов Салют-216 и Хабаровская-4 при температуре окружающего воздуха +20° С.

**Изменение угла естественного откоса семян сои Хабаровская-4  
в зависимости от влажности**

Материал основания	Влажность семян, %					
	8,4	11,6	15,9	18,5	21,8	26,0
Ячеистая резина	27,2	27,3	27,4	28,1	28,9	31,1
Резина гладкая	24,2	24,2	24,3	25,2	26,3	27,2
Листовая сталь	22,5	22,6	22,8	23,1	24,2	25,1

При образовании угла естественного откоса, когда основанием является ячеистая резина, семена сои западают в ячейки резины и остаются в них неподвижными. Следовательно, в процессе образования угла естественного откоса в данном случае основанием кучи являются семена сои, запавшие в ячейки резины. Это подтверждает специальный опыт. При влажности семян сои 5,9% (сорт сои Салют-216) и температуре окружающего воздуха +24° угол естественного откоса сои, в случае использования в качестве основания ячеистой резины и деревянной площадки с наклеенными семенами сои, был очень близким по значению, соответственно — 27°34' и 27°23'.

Результаты исследований угла естественного откоса показывают (таблица 17), что он зависит от свойств материала основания кучи, с увеличением влажности возрастает и характер этого возрастания для всех материалов опоры одинаков. Последнее объясняется тем, что сильно изменяются свойства поверхности семян сои и мало изменяются свойства поверхности опоры кучи при взаимодействии с ней зерна различной влажности.

С увеличением влажности семян от 8% до 26% угол естественного откоса возрастает сначала медленно, а затем все более интенсивно.

Форма и размеры кучи, полученной свободным осыпанием, зависят от коэффициента трения о материал опоры и от внутреннего коэффициента трения семян сои.

В результате проведенных исследований было установлено, что угол естественного откоса для семян сои сорта Хабаровская-4 и Салют-216 практически одинаков.

**Коэффициент восстановления.** Одна из основных механических характеристик семян сои, проявляющаяся при динамическом нагружении, — коэффициент восстановления скорости.

Величина ударного импульса, появляющегося при соударении двух тел, зависит не только от массы и скоростей до удара, но и от упругих свойств соударяющихся тел. Под свойствами соударяемых поверхностей в данном случае понимаются: радиусы кривизны соударяемых тел в зоне силового контакта, их упруго-пластические характеристики, а также твердость и деформируемость материалов.

В результате экспериментальных исследований влияния свойств соударяемых поверхностей (зерно сои — рабочая поверхность) на коэффициент восстановления были получены данные, представленные в таблице 18 (11, 17). Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что коэффициент восстановления в значительной мере зависит от влажности зерна и при взаимодействии с большинством исследованных материалов, с увеличением влажности зерна, уменьшается. Причем наибольшее его изменение происходит в пределах влажности от 12 до 20%. При влажности менее 10% коэффициент восстановления остается неизменным или изменяется незначительно. Это объясняется тем, что с увеличением влажности изменяются механические свойства зерна. Принято считать, что зерно с влажностью до 10-12% — упруго-хрупкое, 12-18% — упруго-пластичное и свыше 18% — пластичное. Упруго-хрупкое состояние зерна характеризуется большим модулем упругости и малыми деформациями, и поэтому, при соударении таких зерен с рабочей поверхностью, они полностью восстанавливают свою форму.

При увеличении влажности зерна оно переходит в упруго-пластичное, а затем и в пластичное состояния, которые характеризуются большими упругими и пластическими деформациями. Такие зерна после удара не полностью восстанавливают свою форму, большая часть энергии расходуется на деформацию и внутреннюю работу, а поэтому величина коэффициента восстановления таких зерен меньше, чем сухих.

Для одних и тех же состояний зерна коэффициенты восстановления при взаимодействии с деревом и капроном близки по своим значениям, причем толщина капронового покрытия не влияет на их абсолютную величину, поскольку упругие свойства этих материалов, в указанных пределах толщин, не изменяются.

Иначе обстоит дело с коэффициентом восстановления при взаимодействии зерна с резиной разной толщины. Увеличение толщины резинового покрытия от 1 до 2-3 мм вызывает увеличение коэффициента восстановления.

При соударении зерна с резиновой поверхностью, обладающей малой твердостью и характеризующейся эластичными свойствами, деформируется в зоне контакта не только зерно, но и резина. После удара резина, восстанавливая первоначальную форму, сообщает зерну дополнительный импульс силы, а следовательно, и увеличивает коэффициент восстановления по сравнению с более твердыми материалами.

При уменьшении толщины резинового покрытия до 1 мм деформация резины ограничивается жесткой металлической поверхностью, зерно получает меньший импульс силы и коэффициент восстановления уменьшается. Причем закон изменения коэффициента восстановления в зависимости от влажности такой же, как и при взаимодействии зерна с твердыми материалами.

Толщина резинового покрытия в 2 мм является достаточной (для принятых условий опыта) для обеспечения необходимых деформаций при соударении с зерном, а поэтому при дальнейшем увеличении толщины покрытия коэффициент восстановления не изменяется.

Сравнивая результаты экспериментальных исследований, по определению коэффициента восстановления семян сои, прошедших через молотильную установку (машинный обмолот) и полученных в результате ручного обмолота бобов, необходимо отметить, что коэффициенты восстановления для этих семян изменяются не одинаково с увеличением влажности и значительно ниже у семян машинного обмолота (таблица 18). Это явление можно объяснить влиянием микротрещин и вмятин у некоторых семян, полученных при взаимодействии с рабочими органами молотильного аппарата, на упругие свойства зерна.

Таблица 18

Зависимость коэффициента восстановления семян сои от влажности

Рабочая поверхность	Влажность, %						
	4	8	12	16	20	24	28
Сталь <sup>х)</sup>	0,61	0,60	0,52	0,47	0,44	0,43	0,42
Резина толщиной 1 мм	0,59	0,59	0,58	0,55	0,54	0,53	0,53
Резина толщиной 2 мм	0,69	0,69	0,71	0,70	0,69	0,70	0,70
Резина толщиной 3 мм	0,70	0,70	0,69	0,70	0,69	0,70	0,69
Капрон толщиной 1 мм	0,66	0,66	0,64	0,61	0,58	0,56	0,54
Капрон толщиной 2 мм	0,66	0,67	0,65	0,61	0,57	0,57	0,54
Дерево	0,66	0,66	0,66	0,65	0,61	0,58	0,56
Сталь	0,63	0,63	0,61	0,58	0,54	0,52	0,51

х) Коэффициент восстановления при взаимодействии со сталью семян, прошедших через молотильный аппарат.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ВЫМОЛОЧЕННОГО ЗЕРНА

Механическое повреждение оказывает в наибольшей степени отрицательное влияние на хранение зерна и его посевные и продуктивные качества.

Дробленое и раздавленное зерно не представляет никакой продовольственной и тем более семенной ценности. При раскалывании (вдоль или поперек) происходят настолько глубокие изменения в жизни семени, что оно либо полностью теряет всхожесть, либо прорастает, но в поле погибает. Такое зерно может быть использовано только на фураж.

Повышенное количество дробленого зерна в бункере комбайна не уменьшает валовых сборов, однако при сортировании часть дробленого

зерна попадает в отходы, используемые на фуражные цели, а часть остается и поступает на заготовительные пункты.

При сдаче соевого зерна государству дробленое зерно относится к масличной примеси. А масличная примесь, согласно ГОСТ 17109-71, не должна превышать 6%. При увеличении масличной примеси свыше 6% производится денежная скидка с цены в размере 0,1% за каждый процент превышения.

Нами, на основании данных лаборатории хлебоприемных пунктов и инспекции по закупкам и качеству сельскохозяйственных продуктов по Амурской области, проведен анализ качества зерна, поступившего на заготовительные пункты. Всего за два года было обследовано более 427000 тонн рядовой сои.

Анализируя полученные данные (таблица 19), нетрудно заметить, что поступившее зерно имело большой процент масличной примеси, достигающий до 20,2%. Скидка за масличную примесь с партии зерна в 427312 тонн составила около 682790 руб. Однако, если учесть, что анализу было подвергнуто не все зерно, сданное государству, а примерно 78%, то при пересчете на все зерно за два года скидка составит более 874000 руб.

В результате лабораторной проверки установлено, что масличная примесь состоит из 95,4% дробленого зерна, 4,6% поврежденного (вредителями, болезнями и др.) и не вызревшего зерна. Следовательно, дробленое зерно сои как основной компонент масличной примеси и дает большой экономический ущерб хозяйствам.

По данным И. В. Бумбара и И. В. Дмитриева (4), в зерне сои, поступившей в 1986 г. на Тамбовский хлебоприемный пункт, количество дробленого находилось в пределах 11,4...24,5%.

Н. Ф. Конченко, Н. П. Кириленко и др. отмечают, что в зерне, поступающем на зерновые дворы, до 30% семян механически повреждены, причем битые вдоль — 3...5%, битые поперек — 9...10%.

Еще больший вред приносят семена с микротравмами, процент которых весьма значителен. Так, по данным А. И. Громовой и Н. И. Дробязко (19), в подготовленном к посеву семенном материале в хозяйствах Амурской области количество травмированных семян сои колеблется от 17,4 до 47%.

К необратимому снижению всхожести семян и ослаблению их жизнеспособности приводят повреждения зародыша и микротравмы в области зародыша. Иногда в семенном материале таких семян 15...20% (18).

По данным С. П. Присяжной и М. М. Присяжного, в Амурской области за 5 лет (1970-1974 гг.) только 32,7% соевых полей области засеивались семенами 1-го и 2-го класса посевных кондиций.

Имея неудовлетворительное качество посевного материала сои, агрономы хозяйств, как правило, компенсируют его нормой высева. Полевая всхожесть сои в производственных посевах колеблется от 70 до 80%.

Таблица 19

Наименование заготовительного пункта	Количество обследованного зерна, тонн		Масличная примесь, %		Скидка за масличную примесь в руб.		
	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.	Всего
Березовский	20860	16300	12,8	20,2	37960	59330	97290
Возжаевский	6457	3284	13,8	4,7	13430		13430
Воскресеновский	6763	12388	14,6	14,0	39220	25760	64980
Завитинский	7590	4741	8,7	9,2	5920	3700	9620
Зареченский	20749	13021	9,0	13,1	16180	23570	39750
Константиновский	23000	23448	12,1	10,4	33880	24380	58260
25 Мазановский	7924	6200	12,0	12,0	12360	9670	22030
Октябрьский	19019	14043	12,1	16,0	29650	36510	66160
Поярковский	26484	26314	9,1	9,4	20650	20530	41180
Поздеевский	10450	8808	10,3	10,3	10860	9160	20020
Серышевский	23857	7235	10,6	14,5	31000	16930	47930
Средне-Бельский	17622	12967	10,2	10,3	18330	13490	31820
Суражевский	13696	8788	12,4	14,8	21360	20570	41930
Тамбовский	21781	19624	15,4	17,5	50960	61230	112190
Томичевский	14176	9723	8,5	8,0	11150	5050	16200

Данные таблицы 20 говорят о заметном снижении количества всходов и урожайности микроповрежденных семян.

Таблица 20

Влияние травмирования семян сои на всхожесть и урожайность  
(среднее 1973–1975 гг.)

Характер повреждения зерна	Всхожесть, %		Урожайность, ц/га
	лабораторная	полевая	
Целое зерно (контроль)	99	95	24,3
Зерно, имеющее трещины в области корешка зародыша	52	23	7,7
Срыв оболочки	71	50	15,9
Зерно, имеющее трещины в области семядолей	79	63	16,7
Отбита часть зерна	84	72	18,6
Вмятины, уколы	88	76	20,4

Микроповрежденные семена сои в лабораторных условиях способны давать проростки длиной 10-15 мм. При посеве в почву только целые, хорошо выполненные семена дают всхожесть, близкую к 100%. Все микроповрежденные семена дают пониженную всхожесть.

Надо отметить, что общий процент поврежденных семян не является объективным показателем качества посевного материала, так как соотношение их количества по характеру повреждений в различных партиях может быть неодинаковым: в одном случае преобладают менее, в другом — наиболее опасные для их качества повреждения.

На основании наших исследований (53) установлено, что различные типы травм семян сои неодинаково влияют на их семенные качества (таблица 21).

Наибольшее снижение энергии прорастания и лабораторной всхожести наблюдалось у семян с отбитой частью семядолей — соответственно на 50 и 45%. При повреждении оболочки всхожесть семян в лаборатории снижалась только на 13%, или в 3-4 раза меньше, чем в предыдущем варианте.

Семена с нарушенной оболочкой набухали и прорастали раньше других. Они незначительно уступали целым в лабораторной всхожести, но имели очень низкую полевую всхожесть. Различие между полевой и лабораторной всхожестью у поврежденных семян всегда больше, чем у целых. Если у последних полевая всхожесть уступала лабораторной всего на 3-6%, то у травмированных, в зависимости от характера повреждений — на 11-24%. Другими словами, эти 11-24% семян, которые в лабораторных условиях образуют нормально развитые проростки и, по заключению контрольно-семенной лаборатории, являются кондиционными, в поле не дают всходов. Расчет же весовых норм высева сои

ведется по лабораторной всхожести и в результате заранее предопределяет изреживание посевов.

Влияние характера механических повреждений семян сои сорта Салют-216 на их посевные качества и продуктивность растений исследовали А. И. Громова и Н. И. Дробязко (19).

Данные таблицы 22 показывают, что полевая всхожесть травмированных семян была ниже, чем неповрежденных, на 13-65% в зависимости от типа травм. Как отмечают авторы, у целых семян развивались сильные ростки, всходы появлялись дружно — в течение двух-трех суток. У поврежденных ростки слабее. Часть их, даже подойдя к поверхности, не могла пробить слой почвы в 1-1,5 см. Период появления всходов растянут на 6-10 дней, а отдельные растения появлялись в течение месяца. Многие ростки теряли геотропическую ориентацию, скручивались в спираль и оставались лежать на глубине заделки семян. Многие травмированные семена загнивали.

Опасность травмирования усугубляется тем, что его действие не всегда проявляется сразу, а большей частью носит скрытый характер; в результате этого часто предполагаются иные причины снижения всхожести, а как следствие и урожайности. Снижение всхожести в полевых условиях многие исследователи объясняют самыми различными причинами — глубиной заделки, сроком посева, крупностью семян. Несомненно, все это имеет определенное значение, но тщательный анализ показывает, что из общего числа факторов, снижающих всхожесть, на долю травмированных семян падает около 60-70%.

Травмирование резко снижает урожай, как уже отмечалось, из-за изреженности посевов в результате снижения полевой всхожести. Однако и при одинаковой густоте стеблестоя, чего можно достигнуть увеличением нормы высева, не удастся получить такой урожай, как при посеве целыми семнами. Дело в том, что повреждения семян, тормозя ростовые процессы, снижают их продуктивность.

Таблица 21

Влияние характера механических повреждений семян сои сорта Салют-216 на их посевные качества

Характер повреждения семян	Энергия прорастания, %	Всхожесть в %		Урожай, ц/га
		лабораторная	полевая	
Семена целые (машинный способ обмолота)	95	99	93	24,7
Семена целые (ручной обмолот)	97	100	97	24,9
Повреждена семенная оболочка	76	86	75	20,5
Трещина оболочки и семядоли	72	85	61	15,4
Отбита часть зерна	45	54	41	13,5

**Влияние характера механических повреждений семян сои сорта Салют-216  
на их посевные качества и продуктивность растений  
(данные в среднем за 1969—1970 гг.)**

Таблица 22

Характер повреждений	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть, %		Сила роста		Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Объем корней, см <sup>3</sup>	Вес семян с одного растения, г
		лабораторная	полевая	число проростков, %	вес 1000 проростков, г			
						в среднем на одно растение		
Неповрежденные семена	79	99	97	99	56,8	925	8,6	6,2
<b>Повреждены:</b>								
оболочка семядолей	86	93	84	86	54,3	814	7,3	5,0
оболочка над зародышем	81	88	79	83	50,3	719	6,9	4,8
корешок зародыша	55	68	52	57	49,7	610	4,8	3,4
семядоли	79	92	81	82	51,2	770	5,7	3,9
Деформация семян	47	54	36	39	50,9	665	4,5	3,7
Контроль	82	96	89	92	52,3	830	7,3	5,3

Оказалось, что отрицательное влияние различных видов травм на продуктивность растений в 2-2,5 раза больше, чем на полевую всхожесть семенного материала. Например, по данным А. И. Громовой и Н. И. Дробязко (19), в среднем одно растение из семян с поврежденным корешком дало зерна всего 3,4 г против 6,2 г при посеве целыми семенами.

По нашим данным, семена сои с частично отбитыми семядолями почти в два раза дают меньший урожай, чем целые (таблица 21). Однако травмирование семян не только снижает урожай, но и резко ухудшает его качество. Нарушение целостности зерна и его покровных тканей создает благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Механические повреждения усиливают процесс дыхания, развития микроорганизмов и других вредителей зерна. Это приводит к выделению влаги и повышению температуры, что способствует возникновению очагов самосогревания. Если их своевременно не ликвидировать, то может произойти не только снижение посевных качеств, но и его полная гибель.

Наличие поврежденного зерна сои, по данным Н. П. Гречанина (14), приводит к быстрому поражению его фузариозом и бактериозом — наиболее опасными заболеваниями сои на Дальнем Востоке, которые затем распространяются и на здоровые зерна.

Согласно требованиям ГОСТа к посевным качествам семян сои (таблица 23), содержание семян, пораженных фузариозом и семядольным бактериозом, не должно превышать соответственно 5 и 10%.

Таблица 23

Требования к посевным качествам семян сои (ГОСТ 9669 — 75)

Класс семян	Содержание семян основной культуры (не менее, %)	Содержание (% не более) пораженных		Всхожесть не менее, %	Влажность не более, %
		фузариозом	семядольным бактериозом		
1	98	5	10	90	14
2	95	5	10	85	14
3	92	5	10	80	14

Соевое семя состоит из трех основных частей: семядоли, составляющие 90% объема и массы семян, оболочки — 7...8% и зародыша — 2...3%.

Семенная оболочка защищает зародыш от поражения болезнями при хранении и после посева. Если эта оболочка повреждена, то практически всегда такое семя заражено какой-либо болезнью и редко дает здоровые всходы.

Опытные данные и практика хранения показывают, что развитие микробов происходит прежде всего на битых, крупноколотых, трещиноватых семенах и с поврежденным зародышем. В семенах с нарушенной

оболочкой через 5-7 дней после комбайновой уборки появляются грибковые заболевания.

Многие авторы (22, 29, 30, 43, 56, 57, 67), изучавшие болезни и вредителей зерна сои, отмечают очень большой их вред.

Так, в экспериментах А. П. Клыкова (29) при посеве семян после их хранения и отобранными не поврежденными получены следующие результаты: полевая всхожесть, число больных растений семядольным бактериозом и бактериозом листьев, и урожай сои составили соответственно — 95...97%; 0...1%; 10...13 ц/га; а семян без отбора — 71...82%; 12...22%; 7,8...10 ц/га.

Наиболее распространенными болезнями сои на Дальнем Востоке являются семядольный бактериоз, бактериальный ожог, фузариоз, пероноспороз, аскохитоз, септориоз, церкоспороз и некоторые вирусные болезни, которые снижают урожай на 20...50% (67). Источниками инфекции, как правило, являются семена с механическими повреждениями и чем больше их в семенном материале, тем больший вред и большее распространение болезни наблюдается.

По данным авторов (30, 56, 57, 67), вредоносность бактериальных болезней семядольного бактериоза и бактериального ожога велика, и в отдельные годы гибель всходов достигает 43% и более, а урожай снижается на 30...40%.

Большой вред приносят и грибные болезни. Фузариозом поражаются и гибнут всходы до 42%, а как следствие снижается и урожай до 40%.

Вредность пероноспороза сои заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности листьев, что приводит к снижению урожая и качества семян. Продуктивность пораженных растений снижается на 40%, масса 1000 семян уменьшается до 6% и более, содержание масла — до 1...2% (56).

Основная вредоносность аскохитоза — снижение всхожести семян на 25...40%.

Церкоспороз поражает семядоли, бобы, семена. На зараженных семенах грибок с оболочки проникает в семядоли, и чем больше механически поврежденных семян, тем активнее происходит распространение болезни. Всхожесть семян снижается на 10...15%, жира — 2...7%, а протеина — 4...5%.

Септориоз, особая вредоносная болезнь на Дальнем Востоке, вызывает массовое опадание листьев. Значительный вред приносят и вирусные болезни. В отдельные годы вирусными болезнями поражаются 45...85% семян (67). Массовое распространение в Приморье имеет мозаика сои. Заболевание резко снижает урожайность (в 2-3 раза), ухудшает пищевую ценность зерна (содержание белка уменьшается на 15...18%). Зерно получается более мелкое.

Основным источником передачи вируса в природе служат семена.

В борьбе с вирусными болезнями испытаны различные приемы. Как показали опыты (67), весьма перспективен сев крупными семенами. С

увеличением крупности семян повышаются всхожесть, энергия прорастания, сила роста. Исследования свидетельствуют о том, что семена зараженных растений по абсолютному весу легче здоровых на 40-60 г.

Влияние крупности семян на пораженность растений вирусами и урожайность изучалось в течение ряда лет в полевых опытах и на производственных участках. На Приморской государственной опытной станции растения, выросшие из семян крупной фракции сорта Приморская-529, были меньше поражены не только вирусом мозаики сои, но и грибными, и бактериальными болезнями, что способствовало более высокой продуктивности таких растений (таблица 24).

Таблица 24

Влияние крупности семян на поражение растений болезнями

Вид поражения	Сев семенами	
	мелкими	крупными
Больные проростки, %	5,7	2,3
Растения пораженные:		
фузариозом, %	1,6	0,7
аскохитозом, %	1,5	0,9
бактериозом, %	1,9	0,2
пероноспорозом, %	9,0	3,5
Урожайность при 14% влажности, ц/га	12,6	16,8

Таким образом, в поисках мер борьбы с болезнями и вредителями сои, кроме снижения механических повреждений, оказывающих плодотворное влияние на снижение заболеваний, целесообразно использование семян крупной фракции как весьма эффективный прием оздоровления сои от вирусных и других болезней.

### ВЛИЯНИЕ НА МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЗЕРНА ПРИРОДНОГО СОСТОЯНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБМОЛАЧИВАЕМОЙ МАССЫ

Основную информацию о механическом состоянии зерна можно получить, исходя из его статической и динамической прочности, которые в свою очередь зависят от многих факторов.

В наших опытах (52) изучение статической прочности проводилось при помощи диаграмм сжатия. Для осуществления деформации сжатия зерна сои использовали экстензометр ЭТ-5 конструкции ВИСХОМа.

Динамическая прочность зерна сои при свободном соударении с рабочей поверхностью изучалась с помощью прибора, конструкция которого разработана в ЧИМЭСХ В. П. Готовым.

При испытании силовой контакт зерна осуществлялся со стальной, разной толщины обрешиненной и капроновой поверхностью (грань бойка), которая составляла с направлением удара угол 90°. Испытанию подвергались зерна сои сортов Амурская-310, Смена и Салют-216.

Начало разрушения зерна сои (порог дробления) определялось по моменту появления каких-либо повреждений оболочки зерна (трещины, вмятины, сколы и т.д.).

В результате экспериментов на сжатие было установлено, что у сухого зерна с влажностью 5...8%, а также зерна кондиционной влажности четко выражен предел пропорциональности (52), который совпадает с пределом статической прочности зерна. До самого момента появления трещины деформация зерна растет пропорционально нагрузкам. Несколько неопределенным представляется предел пропорциональности у зерна сои при влажности более 15%. Однако и здесь первые трещины появляются в зоне перехода прямолинейного участка диаграммы сжатия в криволинейный.

Разрушение зерен сои, имеющих влажность 5...8%, происходит при очень незначительных деформациях. Если относительная деформация зерна составляет 12...15%, то нагрузки, при которых происходит разрушение, значительны и достигают 150...160 Н на одно зерно. Соя сорта Амурская-310 требует приложения несколько большего усилия до появления первой трещины по сравнению с сортом Смена.

По мере возрастания влажности зерна прямолинейные участки всех диаграмм сжатия наклоняются в сторону оси абсцисс и менее четкой становится зона перехода от прямолинейного участка к криволинейному. Так, для сорта сои Амурская-310 при увеличении влажности с 5 до 15% критическое усилие уменьшается в 2 раза, а деформация увеличивается в 2,5 раза. В данном случае под критическим усилием понимается то сжимающее усилие, при котором образовалась на зерне первая трещина.

Зависимость критической силы от влажности при статической нагрузке представлена в таблице 25.

Для сои сорта Амурская-310 повышение влажности на 1% ведет в среднем к увеличению деформации зерна на 0,045 мм и к снижению критической силы на 8 Н, а для сорта Смена увеличение влажности на 1% ведет к увеличению деформации зерна на 0,055 мм и к снижению критической силы на 9 Н.

Таблица 25

Критическая сила (Н) в зависимости от влажности

Сорт сои	Влажность, %		
	5...8	9...12	15
Амурская-310	160	130	80
Смена	148	115	68

При испытании зерен сои на динамическую прочность выявилось, что наиболее прочными, обладающими повышенной устойчивостью к механическим воздействиям, оказались семена сорта Салют-216. Так, для семян этого сорта с влажностью 8% при скорости удара, равной 8 м/с, повреждение составило 5%, в то время как для семян сорта Амурская-310 — 28%, а для Смены — 37% (52).

С увеличением скорости соударения наблюдается резкое возрастание количества поврежденных семян для всех испытуемых сортов и при достижении скорости удара 17 м/с семена всех сортов полностью повреждаются. Однако анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что характер механических повреждений не одинаков по сортам. Так, если для семян сои сорта Салют-216 при скорости удара 17 м/с дробление составило 24%, то для сортов Амурская-310 и Смена 74 и 84% соответственно, т.е. для сорта Салют-216 основным видом повреждения являются микроповреждения, а для последних — дробление зерна.

Как и следовало ожидать, покрытие бойка резиной даже тонким слоем (1 мм) привело к резкому снижению повреждения семян, которое при скорости 17 м/с для сорта Салют-216 составило 30%, т.е. в три с лишним раза уменьшилось по сравнению со стальным бойком. Причем семена начинают повреждаться при гораздо больших скоростях.

Было также замечено, что на повреждение семян существенно сказывается толщина резинового покрытия. Порог дробления для бойка, покрытого слоем резины в 1, 2 и 3 мм, составляет соответственно 12,5; 13,5 и 14 м/с. Менее всего подвергнуты повреждениям семена при соударении с бойком, покрытым слоем резины толщиной 3 мм. Однако увеличение толщины резинового покрытия более 3 мм существенно не влияет на механическую повреждаемость зерна.

Влияние скорости соударения зерна с рабочей поверхностью на повреждаемость объясняется тем, что с увеличением скорости сила удара возрастает как при соударении зерна со стальной рабочей поверхностью, так и при соударении с поверхностью, покрытой слоем капрона и резины. Так при скорости 12 м/с сила удара о сталь равна 70 Н, о капрон и резину соответственно 61 и 22 Н. Причем увеличение скорости соударения с 8 до 28 м/с вызывает более резкое увеличение силы удара о сталь, чем о капрон и резину. При соударении со стальной поверхностью сила удара увеличивается в 5,2 раза, в то время как с капроновой в 4,6, а с резиновой только в 3,9 раза (48).

Увеличение скорости соударения на 1 м/с приводит к увеличению силы удара для стали на 8 Н, для капрона и резины соответственно на 6,6 и 2,5 Н.

На основании проведенных экспериментов установлено, что для зерна сои сорта Салют-216 кондиционной влажности при соударении со стальной поверхностью начало дробления зерна соответствует скорости удара 10 м/с, а этой скорости соответствует сила удара, равная 50 Н. Следовательно, увеличение силы удара свыше 50 Н должно неизбежно

повлечь за собой механическое повреждение зерна сои. Существенное влияние на механическую повреждаемость зерна сои при динамической нагрузке оказывает влажность.

С уменьшением влажности до определенного предела дробление зерна нарастает медленно, а затем резко возрастает. Этот предел, очевидно, будет определять ту минимальную влажность, при которой следует обмолачивать сою.

С увеличением влажности зерна порог дробления изменяется и смещается в сторону больших скоростей. При влажности 8...10% семена сои сорта Салют-216 начинают повреждаться при скорости, равной 8 м/с, а при влажности 14, 18 и 22% скорости соответственно равны 10, 11 и 11,5 м/с (52).

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что при свободном соударении зерна с металлическим бойком менее всего подвержены повреждениям семена повышенной влажности. При скорости удара 20 м/с все семена с влажностью 10% повреждаются, в то время как с влажностью 22% было повреждено всего лишь 32% семян.

Смещение порога дробления в сторону больших скоростей и снижение механического повреждения, при увеличении влажности, можно объяснить следующим образом. Упруго-хрупкое состояние зерна характеризуется большим модулем упругости и малыми предразрушающими деформациями. Зерно в таком состоянии менее устойчиво к динамическим нагрузкам, чем зерно большой влажности (пластичное) потому, что с увеличением модуля упругости максимальная сила удара увеличивается. Благодаря малым предразрушающим деформациям величина площади контакта уменьшается и одновременно с этим увеличивается удельное контактное давление. С ростом удельного давления увеличиваются напряжения в зоне контакта, величина которых определяет степень повреждаемости зерна.

Увеличение пластических свойств зерна ведет к снижению общей силы удара, увеличению площади контакта, а значит и к уменьшению напряженности материала в зоне контакта. Поэтому те нагрузки, которые являются критическими для сухого зерна, не всегда могут вызвать повреждение влажного зерна.

Влажное зерно имеет низкий модуль упругости. Потеря зерном влаги сопровождается возрастанием его упругих свойств и уменьшением массы и размеров. Таким образом, можно сказать, что влажность оказывает двойное влияние на силу удара. С одной стороны — при уменьшении влажности за счет увеличения модуля упругости сила удара увеличивается, с другой стороны — за счет уменьшения размеров и массы зерна — уменьшается. Однако при соударении зерна с металлической рабочей поверхностью первый фактор является преобладающим и сила удара с увеличением влажности уменьшается. При скорости удара

12 м/с для влажности зерна 9% сила удара равна 77 Н, а для влажности 18% — 50,4 Н (таблица 26).

Таблица 26

Зависимость силы удара (Н) от влажности зерна

Материал рабочей поверхности	Влажность зерна, %		
	9	13	18
Скорость удара = 12 м/с			
Сталь	77,0	70,2	50,4
Резина	23,0	22,7	21,0
Скорость удара = 16 м/с			
Сталь	107,3	99,0	72,5
Резина	33,2	32,8	31,9

Несколько иначе обстоит дело при взаимодействии зерна с резиновой рабочей поверхностью. При увеличении влажности в указанных пределах сила удара остается практически неизменной и равна 23 Н для влажности 9% и 21 Н для влажности, равной 18%.

Таким образом, сила удара сухого зерна о металлическую рабочую поверхность значительно выше, чем влажного, при прочих равных условиях, однако изменение влажности незначительно влияет на силу удара зерна о резиновую рабочую поверхность. Значительное влияние на силу удара оказывает масса единичного зерна (таблица 27) (48).

Таблица 27

Зависимость силы удара (Н) от массы единичного зерна

Материал рабочей поверхности	Масса единичного зерна, мг			
	80	100	120	140
Сталь	53	60	65	72
Капрон	46	51	58	63
Резина	18	20	22	24

При скорости соударения 12 м/с и изменении массы единичного зерна от 80 мг до 140 мг сила удара увеличилась для стальной рабочей поверхности на 19 Н, а для капрона и стали соответственно на 17 и 6 Н. Причем сила удара о стальную рабочую поверхность в 2,9...3,0 раза, а о капроновую — в 2,5...2,6 раза больше, чем при соударении зерна с резиновой поверхностью.

Во ВНИИ сои изучалась зависимость устойчивости семян сои к динамическим нагрузкам от размеров и их сортовых особенностей (42).

Материалом исследований служили семена 17 сортов сои селекции ВНИИ сои, имеющие различное происхождение, и, согласно классификации ВИР, по продолжительности периода вегетации относящейся к трем группам: очень скороспелой, скороспелой и среднеспелой.

С помощью решет семена разделены были на фракции. К крупной фракции условно отнесены семена, сошедшие с решет с отверстием диаметром 5,75 мм, средней — 5,0 мм.

Силовой контакт осуществлялся свободным ударом семян о стальную поверхность. Скорость удара 6 м/с, влажность зерна — 6...8%.

Некоторые результаты проведенных экспериментов приведены в таблицах 27, 28.

Таблица 27а

Повреждение семян сои (%) при динамической нагрузке в зависимости от условий выращивания и сорта

Год изучения	Крупная фракция			Средняя фракция		
	Амурская-310	Смена	Аврора	Амурская-310	Смена	Аврора
1978	83,0	46,0	36,5	66,0	28,0	26,0
1979	82,0	45,0	38,0	64,5	32,0	31,5

Данные таблицы 27а показывают отсутствие существенной разницы между повреждением семян по годам. У всех изучаемых сортов семена мелкой фракции повреждаются в 1,5...2 раза меньше, чем крупной и средней (таблица 28).

Динамическая прочность семян сои варьирует в широких пределах в зависимости от размеров и сортовых особенностей, причем наиболее стойкими к динамическим нагрузкам оказались семена следующих сортов: Аврора, Смена и ВНИИС-2.

Таким образом, при взаимодействии семян с рабочими элементами зерноуборочных машин зерно не должно перегружаться выше своих естественных пределов прочности, т. е. возникающее под действием внешних нагрузок напряжение не должно превышать предельные прочностные характеристики зерна.

Несоблюдение этого требования как раз и приводит к местному или общему разрушению семян — их микроповреждениям и дроблению.

Величина предельных напряжений зерна определяется его физико-механическими свойствами и обуславливается влажностью, сортом, размерами и другими природными факторами.

На основании проведенных исследований установлено, что с увеличением влажности до определенного предела количество поврежденных семян уменьшается, при переходе этого предела — увеличивается. Причем, как отмечают многие авторы, с увеличением влажности преобладают зерна с микроповреждениями.

В настоящее время, хотя и изучен вопрос о влиянии влажности на механическое повреждение зерна при обмолоте сои и установлен оптимальный диапазон влажности, имеющиеся сведения разных авторов по данному вопросу не всегда согласуются между собой.

Таблица 28

Повреждение семян сои при динамической нагрузке, %

Сорт	Всего	В том числе				
		Дробленов		Разрушен зародыш	Отбита часть семядоли	Микроповреждения
		Вдоль	Поперек			
<b>Крупная фракция</b>						
Амурская-310	82,5	23,0	17,0	6,2	1,0	35,2
Янтарная	82,0	24,7	23,0	9,0	0,8	24,5
ВНИИС-1	73,7	39,2	14,5	3,7	0	16,3
Салют-216	66,0	21,5	11,5	4,0	0,5	28,5
ВНИИС-2	38,0	5,5	10,0	4,7	1,0	16,8
Смена	37,8	11,0	6,0	3,0	0	17,8
<b>Средняя фракция</b>						
Амурская-310	65,3	14,7	12,3	4,6	0	33,7
Янтарная	57,8	14,8	14,5	6,0	0	22,5
ВНИИС-1	41,7	14,0	3,7	2,2	0	21,8
Салют-216	54,5	14,0	8,5	4,0	1,0	27,0
ВНИИС-2	34,7	4,7	8,0	3,8	0	18,2
Смена	29,7	9,2	1,2	6,7	0	12,5
<b>Мелкая фракция</b>						
Амурская-310	47,0	9,5	3,5	8,0	0	26,0
Янтарная	50,5	7,8	14,5	2,7	0,5	25,0
ВНИИС-1	32,5	5,7	5,0	2,0	0	19,8
Салют-216	33,5	6,5	5,5	2,0	0	19,5
ВНИИС-2	30,5	5,5	7,5	1,5	0	16,0
Смена	19,5	3,5	2,0	2,2	0	11,8

В результате исследования повреждаемости сои во время обмолота Ю. В. Терентьев и В. П. Глотов (73) установили, что с увеличением влажности зерна от 12,9% до 14,4% дробление зерна уменьшалось более чем в три раза. Что касается микроповреждений, то по мере снижения влажности они снижались.

Однако А. И. Грек (13) на основании проведенных исследований делает вывод о том, что на снижение механического травмирования семян сои увеличение влажности оказывало положительное влияние. Так, при увеличении влажности с 18 до 31% травмирование уменьшалось с 9 до 2,5%.

В. М. Конечный (31) рекомендует убирать семенные участки при влажности зерна сои 12...13%, в то же время Ю. В. Терентьев и В. П. Глотов считают, что менее всего к повреждаемости склонно зерно, близкое к кондиционной влажности (14...14,5%).

По данным Н. П. Гречанина (14), при увеличении влажности зерна сои с 11,25% до 16,25% дробление зерна уменьшалось примерно в 3 раза, а в работах Присяжного М. М. (64) отмечается, что при уменьшении влажности с 20,2% до 8,35% происходит увеличение дробленого зерна у серийного комбайна от 10,1 до 20,1%.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о том, что между травмированием и влажностью зерна при обмолоте сои существует сложная зависимость, которая еще до конца не раскрыта.

На упругие свойства зерна, а, следовательно, и на его прочность определенное влияние оказывает температура. Как показали исследования ряда авторов (37, 45, 62, 71, 77), обмолот сои при отрицательной температуре приводит к увеличению механических повреждений. Анализ полученных данных (62) показывает, что изменение температуры в течение суток существенно влияет на поступление дробленого зерна в бункер комбайна. Так при изменении температуры с  $-8,3^{\circ}$  до  $+4,7^{\circ}$  дробление с 3,96% уменьшилось до 1,14%.

В работах некоторых авторов (37, 71) отмечается, что при уборке утром и вечером, при наступлении отрицательных температур, травмирование семян сои молотилкой в 1,7...1,8 раза выше, чем днем. Уборка семенных участков при низкой влажности и отрицательной температуре воздуха приводит к увеличению травмирования семян и снижению на 15...20% их полевой всхожести.

Повреждение зерна сои сорта ВНИИС-1 различными рабочими органами комбайна при температуре  $-2^{\circ}$  и влажности, равной 10,1%, представлено в таблице 29 (77).

Анализ полученных результатов, свидетельствует о том, что более 52% механически поврежденного зерна приходится на молотильно-сепарирующее устройство, 15% — на наклонную камеру и 10,5% — на шнеки.

Таблица 29

## Повреждение зерна сои рабочими органами комбайна (%)

Рабочий орган	Микроповреждение	Дробление	Суммарное повреждение
Наклонная камера	2,0	1,5	3,5
Молотильно-сепарирующее устройство	6,0	6,2	12,2
Шнек зерновой	0,5	0,6	1,1
Шнек колосовой	0,5	0,45	0,95
Элеватор зерновой	1,5	1,28	2,78
Элеватор колосовой	1,0	0,95	1,95
Шнок выгрузной	0,5	0,35	0,85
ИТОГО:	12,0	11,33	23,33

Тот факт, что при отрицательной температуре семена сои в большей степени подвержены механическим повреждениям, чем при положительной температуре, подтверждается и результатами исследований травмирования семян транспортирующими органами машин при послеуборочной обработке.

Так, ряд авторов (32, 58 и др.) изучали влияние отрицательной температуры на повреждаемость зерна при послеуборочной обработке, результаты исследования которых приведены в таблице 30.

Таблица 30

## Травмирование семян сои Амурская-310 транспортирующими органами при послеуборочной обработке

Температура воздуха при обработке, град.	Транспортирующая машина	Влажность зерна, %	Механическое повреждение, %	
			Дробление	Микроповреждение
0-1°	Шнек	15	1,38	10,5
	Нория		1,40	2,75
	Скребковый тр-р		1,11	2,5
- 14-15°	Шнек	14	2,40	6,3
	Нория		2,56	3,7
	Скребковый тр-р		1,35	3,6
-25-26°	Шнек	13	5,40	4,5
	Нория		3,25	6,7
	Скребковый тр-р		2,65	5,2

Снижение температуры с - 1 до - 26° повлекло за собой увеличение дробления зерна всеми транспортирующими рабочими органами. Но если норией и скребковым транспортером дробление увеличилось в 2,3 раза, то шнеками в 3,91 раза. Значительно увеличилось и микропов-

реждение при транспортировании зерна норией и скребковым транспортером.

По данным Коноплева А. И. и Конечного В. М. (32), соя, отсортированная осенью при положительной температуре, имела всхожесть 98%, а подработанная зимой при отрицательной температуре — 69%.

Необходимо отметить, что при механических воздействиях на семена сои при отрицательной температуре зародышевая ось легко отделяется от семядолей, хотя внешне на семенах не видно каких-либо повреждений. В результате значительно понижается всхожесть семян.

Нами также были проведены экспериментальные исследования по обмолоту сои при отрицательной температуре.

Уборку сои в Амурской области производят в октябре месяце, для которого характерны резкие перепады температур. По данным Амурской зональной гидрометеорологической обсерватории температура воздуха в октябре в основных соясеющих районах колеблется от + 20°C до - 11°C.

Проведенные исследования качественных показателей работы молотильного аппарата при температуре - 5°C показали, что обмолот сои при отрицательной температуре приводит к резкому увеличению механического повреждения зерна по сравнению с обмолотом при положительной температуре.

Объясняется это следующими причинами. При температуре ниже нуля свободная влага, всегда имеющаяся в межклеточных пространствах зерна, превращаясь в лед, а затем расширяясь, ослабляет его структуру, создавая внутреннее напряжение. У зерна, находящегося в состоянии внутреннего напряжения, изменяются упругие свойства, оно становится менее пластичным, а это, в свою очередь, способствует тому, что при динамической нагрузке увеличиваются сила удара и давление в зоне контакта зерна с рабочим органом, что и приводит к увеличению механических повреждений.

При обмолоте сои с влажностью зерна 12% дробление и микроповреждение зерна составило при положительной температуре 0,71 и 12%, а при отрицательной — 1,2 и 29%.

### **ВЛИЯНИЕ НА МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЗЕРНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕГУЛИРОВОК И КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА**

В процессе обмолота зерновых и других культур зерно находится в своем естественном состоянии, и мы не можем воздействовать на его прочностные показатели. Знание механических характеристик зерна позволяет только в той или иной степени использовать эти данные при теоретических исследованиях и конструировании зерноуборочных машин. Снижения же силы удара, а, следовательно, и напряжения в зоне контакта, необходимо достигать путем управления факторами, вызывающими эти напряжения в зерне.

Одним из основных факторов, влияющим на силу удара, является скорость соударения зерна с рабочим органом.

Изучению степени влияния окружной скорости молотильного барабана на механическую повреждаемость зерна при обмолоте посвящены исследования многих авторов (3, 4, 12, 14, 45, 47, 51, 54, 55, 63, 64, 72, 73, 76, 77 и др.). По их мнению, основной причиной интенсивного повреждения зерна является высокий скоростной режим работы молотильного барабана. Снижение окружной скорости барабана приводит к резкому уменьшению количества механически поврежденного зерна.

Однако режим работы молотильного аппарата устанавливают исходя из двух показателей качества его работы: величины механических повреждений зерна и количества потерь от недомолота. В процессе обмолота эти два показателя взаимосвязаны. Выделение семян из бобов происходит в результате взаимодействия барабана молотильного аппарата со стеблевой массой, которая протаскивается барабаном по деке. Разрушение бобов производится не только путем нанесения ударов непосредственно рабочим органом барабана, значительную роль при этом играют и силы, возникающие от трения бобов о деку, а также перетирания бобов между собой и стеблевой массой. Как показывает опыт, для разрушения бобов, например, гороха, фасоли или сои, требуется значительно меньше усилия, чем для разрушения колоса. Казалось бы, достаточно выбрать такую окружную скорость барабана, при которой нарушалась бы оболочка бобов, и выделяющиеся из них семена не подвергались разрушающим нагрузкам. Такому подходу мешают несколько обстоятельств.

Во-первых, в молотильную камеру поступают не одни только бобы, а вся стеблевая масса, в которой бобы распределены более или менее равномерно. Для того, чтобы разрушить бобы, многие из которых защищены массой упругих стрелей, требуется более интенсивное воздействие барабана, чем это требовалось бы для выделения зерен из одних только бобов.

Во-вторых, барабан одновременно выполняет функцию транспортирующего органа. При одной и той же подаче массы в молотильную камеру толщина слоя будет тем больше, чем медленнее вращается барабан и, следовательно, тем хуже будет обмолачиваться хлебная масса; и наоборот, с увеличением окружной скорости барабана толщина слоя уменьшается, а интенсивность воздействия рабочих органов барабана на массу возрастает.

По данным Гречачина Н. П. (14), труднее вымолачивается зерно из однозерновых бобов и бобов с невызревшими семенами, на вымолот которых необходимы большие энергетические затраты.

Из приведенного следует, что во всех случаях для снижения недомолота выгодно применять наибольшую окружную скорость барабана. С другой стороны, как нами уже отмечалось, увеличение окружной ско-

рости барабана приводит к большим механическим повреждениям. Таким образом, добиться значительного снижения потерь путем изменения частоты вращения барабана невозможно.

На механическую повреждаемость зерна при обмолоте определенное влияние оказывают зазоры молотильного аппарата и подача обмолачиваемой массы.

Анализ результатов исследований некоторых авторов показывает, что с увеличением секундной подачи и зазоров молотильного аппарата механическое повреждение зерна уменьшалось. При этом некоторые считают, что это влияние сравнительно невелико, и только уменьшение зазоров меньше 5-4 мм вызывает заметное увеличение повреждения.

По данным Присяжного М. М., увеличение подачи в молотилку с 1,2 до 4,2 кг/с снижает механическое повреждение зерна сои в 2...2,5 раза.

Для снижения механического повреждения зерна обмолот необходимо производить при оптимальных технологических регулировках. При определении оптимальных регулировок в первую очередь необходимо учитывать влажность хлебной массы, поскольку влажность, как нами ранее отмечалось, значительно влияет на механические свойства зерна.

В настоящее время имеется большое число рекомендаций (14, 38, 44, 45, 64, 71, 72 и др.) по регулировкам молотильных аппаратов комбайнов на уборке сои. В одних работах рекомендуется при уборке сои комбайном с одним бильным молотильным аппаратом устанавливать частоту вращения барабана в пределах  $8,3...13,3 \text{ с}^{-1}$ , в других в пределах  $8,3...11,7 \text{ с}^{-1}$ , причем указывается, что нижний предел соответствует обмолоту сухой сои, верхний — влажной. Зазоры молотильного аппарата должны быть установлены в пределах 16...18 мм на входе и 6...8 мм на выходе. Однако ряд авторов считает, что регулировать зазоры необходимо таким образом, чтобы при обмолоте не было дробленого зерна и невымолоченных бобов.

Анализ данных рекомендаций показывает, что руководствоваться ими на практике чрезвычайно трудно. Трудность заключается в том, что в рекомендациях не всегда указывается, каким диапазонам влажности обмолачиваемой массы соответствуют та или иная частота вращения молотильного барабана и зазоры, а понятия сухая и влажная соя — не конкретны. В работе Н. П. Гречачина (14) отмечается, что при влажности хлебной массы 11...14% частота вращения барабана комбайна СК-4 должна быть в пределах  $8,33...9,16 \text{ с}^{-1}$ , а при влажности до 17% —  $12,5... 13,3 \text{ с}^{-1}$ .

М. М. Присяжным (64) рекомендуются регулировки молотильного аппарата комбайна СКД-5Р с двумя бильными барабанами, в зависимости от влажности (таблица 31).

Таблица 31

			Влажность обмолачиваемой массы, %		
			менее 14	14...18	более 18
Зазор вход/выход, мм	первый молотильный аппарат	24/12	24/12	24/12	
	второй молотильный аппарат	20/10	18/9	16/8	
Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	первый барабан	6,7...7,5	6,7...7,5	6,7...7,5	
	второй барабан	7,5...8,3	8,3...9,2	10,0...10,8	

По мнению автора, частота вращения второго барабана должна быть больше частоты вращения первого на  $0,8...3,3 \text{ с}^{-1}$ , в зависимости от влажности.

Для однобарабанного молотильного аппарата нами (47, 55) были определены следующие технологические регулировки в зависимости от влажности: для влажности обмолачиваемой массы 9...10%; 12...13%; 14...15% и 18...20% частота вращения молотильного барабана должна быть соответственно 6,7; 8,3; 11,7 и  $14,2 \text{ с}^{-1}$ , а зазоры молотильного аппарата — 24/8; 18/6; 18/6 и 18/6 мм.

Количество механически поврежденных зерен у различных комбайнов сильно колеблется. Это объясняется конструктивными особенностями молотильных аппаратов: разница в диаметре барабана, количестве бичей, устройстве подбарабанья и величине обхвата им барабана и т. д.

Отмечено, что с уменьшением угла обхвата барабана подбарабаньем количество поврежденного зерна снижается.

Н. П. Гречачиным (16), чтобы выяснить детали процесса обмолота, дробления зерна и измельчения соломы по длине молотильного аппарата, была проведена серия опытов с различным углом обхвата барабана подбарабаньем ( $35^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $105^\circ$ ). Результаты опытов показали, что 95% зерна сои вымолачивается от первых ударов бичей барабана по соевой массе на первой трети угла обхвата барабана подбарабаньем. Дробление зерна на выходе из молотилки при обмолоте с подбарабаньем  $105^\circ$  в три с лишним раза больше, чем с подбарабаньем  $35^\circ$ .

Повышение количества бичей на барабане также приводит к уменьшению повреждаемости зерна.

### СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗЕРНА СОИ ПРИ ОБМОЛОТЕ

В связи с тем, что одной из основных причин значительного механического повреждения зерна при комбайновой уборке является неудовлетворительная работа их молотильных аппаратов, в настоящее время проводятся изыскания новых и усовершенствование существующих принципов обмолота.

Совершенствование молотильных устройств осуществляется по двум основным направлениям. Если в существующих бильных и штифтовых молотильных аппаратах в той или иной пропорции имеют место все три основных вида механического воздействия на обмолачиваемую массу: удар, перетирание и очесывание, то в первом из рассматриваемых направлений при создании новых устройств стремятся сохранить и усилить то из воздействий, которое в большей мере соответствует физико-механическим свойствам обмолачиваемой культуры.

Второе направление предусматривает использование для вымолота зерна совершенно новых воздействий: ударный изгиб бобов и стебля и вибрационное воздействие в сочетании с ударом или трением.

Основная цель в создании молотильных устройств с указанными принципами воздействия на хлебную массу — снижение действующих напряжений в зерне при обмолоте.

Молотильные аппараты бильного и штифтового типа, занимающие монопольное положение в схемах существующих комбайнов, предназначены для обмолота зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень) и в значительной мере соответствуют их физико-механическим свойствам. Вопрос снижения повреждения зерна при обмолоте является актуальным и для этих культур, но в большей степени решение этой проблемы необходимо для культур, обладающих малой механической прочностью зерна, таких как соя.

В связи с тем, что принципиально новые способы обмолота, позволяющие резко снизить повреждение зерна, еще не вышли из стадии экспериментирования, проводятся изыскания в направлении приспособления конструкции и принципов действия ныне существующих молотильных устройств к физико-механическим свойствам различных культур.

В этих целях снижается скоростной режим работы молотильного барабана, устанавливаются максимально допустимые (с точки зрения недомолота) молотильные зазоры, обмолот производят на максимальных подачах массы.

Однако применяемые регулировки не всегда позволяют в достаточной мере снизить повреждение зерна.

С целью снижения повреждения в настоящее время проводятся изыскания, направленные на частичное изменение конструкции молотильных аппаратов и технологических процессов обмолота на совершенствование существующих молотильных аппаратов с использованием в их конструкции неметаллических материалов.

На кафедре сельскохозяйственных машин Благовещенского СХИ разработан сменный рабочий орган вальцового деформатора к комбайнам, особенность которого состоит в том, что значительный обмолот сои происходит за счет сжатия растительной массы круглыми, покрытыми резиной вальцами, при этом большая часть вымолоченного зерна (при незначительном дроблении) сепарируется до прихода в бильный или

штифтовый молотильный аппарат. Предварительные опыты показали, что минимальный недомолот (0,1%) достигает, при частоте вращения молотильного барабана  $8,33 \text{ с}^{-1}$  и зазорах на входе — 18 мм, на выходе — 9 мм (4).

В уборочный сезон 1988 года вальцовый деформатор был установлен на комбайн СКД-6Р "Сибиряк" и проведены его сравнительные испытания с шестью эталонными комбайнами этой же марки. Комбайны работали на одном из полей с соей сорта ВНИИС-2 и оптимальных регулировках рабочих органов.

Всего за период уборки комбайн с вальцовым деформатором намолотил 72,7 т, при среднем значении дробления зерна в бункере 4,8...4,9%, в то время как у эталонных комбайнов дробление зерна составило 9,2...9,3%, что в 1,9 раза больше (4).

Б. Х. Федченко и А. С. Гонтарь (76) провели исследования по обмолоту сои роторным молотильно-сепарирующим устройством, в котором молотильный барабан с декой расположен по продольной оси машины и поток обмолачиваемой массы при обмолоте движется аксиально. Вымолот зерна в данном устройстве происходит только путем вытирания, а вымолот при помощи удара, который имеет место в молотильно-сепарирующем устройстве серийного комбайна, отсутствует, в связи с чем резко снижается механическое травмирование.

Обмолот сои экспериментальным устройством производился при влажности обмолачиваемой массы 7...10% и подаче 2,1...2,7 кг/с.

Результаты исследований показали, что при увеличении частоты вращения роторов от  $3,3$  до  $7,5 \text{ с}^{-1}$  и молотильных зазорах на входе — 20, на выходе — 15 мм, травмирование увеличивается от 0,5 до 2,7%. При увеличении частоты вращения от  $3,3$  до  $5 \text{ с}^{-1}$  травмирование возрастает незначительно, а от 5 до  $7,5 \text{ с}^{-1}$  увеличивается более интенсивно.

Минимальное травмирование зерна сои — 0,32% достигнуто при зазорах на входе — 25, на выходе — 20 мм и частоте вращения роторов  $3,3 \text{ с}^{-1}$ . Недомолот зерна при этом находился в пределах 0,2%. Повреждение сои молотильно-сепарирующим устройством серийного комбайна при оптимальных зазорах и частоте вращения барабанов и той же влажности зерна составлял в среднем 10,6%.

По данным С. П. Присяжной и Ю. В. Терентьева (71, 72) величину дробления зерна в процессе обмолота можно уменьшить, если снизить удельное давление на зерно автоматическим изменением технологического зазора между барабаном и подбарабаньем. В качестве такого автоматического устройства авторы предлагают использовать упругую систему в виде резиновых прокладок с модулем упругости  $6 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$ , которые устанавливаются между специальной шайбой крепления подбарабанья и уголком. В данном случае подбарабанье через подвески может перемещаться вниз относительно барабана. Резиновые прокладки подбирают и регулируют гайкой так, чтобы во время работы молотильного аппарата подбарабанье могло перемещаться вниз на 1...1,5 мм.

В качестве объекта исследований был взят молотильный аппарат комбайна СКД-5Р. Опыты проводились на поле, занятом соей сорта Амурская -310. Влажность семян составляла 13,2%.

Экспериментальными исследованиями установлено, что данное приспособление способствует снижению дробления зерна сои на 70...80%.

Чтобы снизить содержание дробленого и микроповрежденного зерна сои в посевном материале и улучшить его качество, в отделе механизации ВНИИ сои М. М. Присяжным (63) разработана технология раздельной двухпоточной уборки сои, заключающейся в том, что отдельным потоком выделяется наиболее полноценное, менее травмированное зерно, вымолоченное первым молотильным аппаратом.

Комбайн СКД-5Р с двумя бильными барабанами был оборудован заблокированными отскакателями и пробоотборниками для сбора зерна первого и второго потоков, соответственно из-под первого и второго молотильных аппаратов. Технологические регулировки были следующие: частота вращения первого барабана  $5,5 \text{ с}^{-1}$ ; второго —  $9,3 \text{ с}^{-1}$ . Зазоры на входе и выходе первого аппарата —  $24/12 \text{ мм}$ ; второго —  $18/8 \text{ мм}$ . Сорт сои Амурская-310 с урожайностью 14,1 ц/га.

В результате проведенных экспериментов и на основании полученных результатов было установлено:

1) при уборке семенных участков сои лучшей схемой является двухпоточная, которая позволяет выделить до 60,4% наиболее полноценного зерна сои отдельным потоком;

2) абсолютная масса зерна, выделенного в первом потоке на 3...5 гр. выше абсолютной массы зерна второго потока;

3) содержание недозревшего (морозобойного) зерна в первом потоке в 2,5...5,5 раза, а дробленого в 4,7...5,1 раза ниже, чем в семенах смешанной фракции серийного комбайна;

4) полевая всхожесть семян данной фракции на 10...15% выше всхожести контрольных семян, прибавка урожая составляет 2,2 ц/га.

В результате экспериментов было установлено, что и зерновые шнеки, и элеваторы в значительной мере травмируют зерно, процент которого составляет 1,58...4,63.

Исследования многих авторов показывают, что на механическое повреждение семян при транспортировании их шнеком влияет, в первую очередь, защемление частиц между подвижной частью спирали шнека и неподвижным кожухом, обусловленное величиной зазора и, во-вторых, силовое воздействие спирали шнека на транспортируемый материал. Причем наибольшее воздействие на зерновой материал оказывает крайняя кромка спирали, имеющая максимальную окружную скорость.

Значительное снижение травмирования зерна шнеком можно достичь при обрамлении витков спирали эластичным материалом.

Т. М. Тен (70) исследовал работу шнекового транспортера со щеточным капроновым обрамлением витков спирали.

В результате исследования установлено, что при увеличении частоты вращения шнека от 2 до 7 с<sup>-1</sup> дробление семян сои серийным шнеком увеличивается от 0,33 до 0,64%. Дробление экспериментальным шнеком практически не наблюдалось.

При вращении шнека с частотой 5 с<sup>-1</sup> микроповреждения серийным шнеком составили 2,0%, а экспериментальным — 0,75%.

Таким образом, применение шнеков со щеточным обрамлением витков спирали позволяет снизить механическое повреждение семян сои по сравнению с обычным стальным шнеком в 2...3 с лишним раза.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИИ МОЛОТИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Один из путей сокращения механических повреждений, как было ранее показано, — это снижение силового взаимодействия зерна с рабочими элементами молотильно-сепарирующего устройства. Замена стальных рабочих органов на неметаллические вызывает значительное снижение силы удара при одной и той же скорости соударения, что должно благоприятно сказаться на снижении механической повреждаемости зерна при обмолоте.

Наши экспериментальные исследования по использованию в качестве материала рабочих органов капрона и резины (12, 47, 49, 51, 54, 55 и др.) показали, что использование разных вариантов обрезиненных и капроновых рабочих органов приводит к резким изменениям показателей работы молотильного аппарата. Особенно заметно это при различных режимах работы и влажности обмолачиваемой массы.

Эксперименты проводились как в лабораторных условиях, так и в реальных полевых.

Методика проведения лабораторных исследований. Для изучения влияния различных факторов на качество обмолота и возможности использования в качестве материала рабочих органов молотильного аппарата капрона и резины была изготовлена экспериментальная установка. Испытанию подвергался молотильный аппарат бильного типа, используемый в комбайнах СК-4, СКД-5, СКД-5Р, СК-5-"Нива", СК-6-П-"Колос" и др.

При конструировании экспериментальной установки исходили из того, что длина барабана существенно не влияет на качество обмолота, а влияет лишь на производительность и энергоемкость процесса обмолота. Качество же работы молотильного аппарата зависит главным образом от технологических регулировок, состояния и свойств обмолачиваемой массы, а также от свойств материала элементов рабочих органов. Поэтому с целью снижения трудоемкости работ по качественной и количественной оценке обмолота длина молотильного барабана была принята равной 1/3 длины серийного барабана.

Установка имела серийные узлы: бильный барабан, подбарабанье и вариатор молотильного аппарата. Электродвигатель привода барабана (с комплектом сменных шкивов) и вариатор обеспечивали возможность изменения частоты вращения молотильного барабана в пределах  $5...20 \text{ с}^{-1}$ .

Задачи исследования потребовали изготовления сменного подбарабанья с обрезиненными планками и комплекта резиновых и капроновых бичей.

Выбор резины и капрона в качестве экспериментального материала был обусловлен их механическими свойствами. Модуль упругости капрона равен  $9 \cdot 10^3...1 \cdot 10^4 \text{ Мн/м}^2$ , а резины  $1,8 \cdot 10^2...2,2 \cdot 10^2 \text{ Мн/м}^2$ .

Следовательно, по жесткости это как раз те материалы, которые снижают силу удара, что должно привести к уменьшению механической повреждаемости зерна при обмолоте.

Изготовление бичей и планок подбарабанья производилось в специальной пресс-форме. Для придания большей жесткости бичам в форму закладывали металлическую пластину, которая и опрессовывалась слоем резины. В этих же формах были изготовлены из вторичного капрона капроновые бичи.

Обмолоту подвергался сорт сои Салют-216 при следующих сочетаниях материалов рабочих элементов бич-планка: сталь-сталь, сталь-резина, резина-сталь, резина-резина, капрон-сталь, капрон-резина. Необходимое для опытов сочетание материалов элементов рабочих органов молотильного аппарата достигалось путем взаимозамены бичей и подбарабаньев.

В задачу экспериментального исследования входило определение следующих основных показателей, характеризующих качество работы молотильного аппарата: дроблсния, микроповреждения и недомолота.

Качество работы молотильного аппарата с различными сочетаниями материалов рабочих элементов изучалось в зависимости от: окружной скорости молотильного барабана, зазоров молотильного аппарата, подачи, влажности зерна и обмолачиваемой массы. Влажность зерна в период уборки варьирует в довольно широких пределах от 8 до 20%. Поэтому в лабораторных опытах приняты четыре диапазона влажности: 8-10%, 12-13%, 14-15%, 18-20%. Если по условиям опыта требовалась влажность хлебной массы больше, чем в воздушносухом состоянии, то производилось искусственное увлажнение. Стебли сои укладывались ровным слоем в емкость, равномерно смачивались водой и герметически закрывались. Продолжительность увлажнения зависела от того, какая влажность зерна и стеблей требовалась для опыта.

Взвешенная масса ровным слоем укладывалась на питающем транспортере, и установка включалась в работу. При достижении барабаном устойчивых оборотов включался питающий транспортер. Падение оборотов барабана при переходе с холостого режима на нагрузочный не превышало 1,5-2%.

Продукты обмолота обрабатывались следующим образом. Зерно, прошедшее через подбарабанье в сборники, очищалось и взвешивалось на весах ВЛТК-500. Все стебли, прошедшие через молотильный аппарат, просматривались, отбирались невымолочные бобы, выделялось из них зерно и в процентном отношении определялся недомолот.

Методика проведения лабораторно-полевых исследований. Исследовать работу бильного молотильного аппарата с различными сочетаниями материалов рабочих элементов (сталь-сталь, резина-сталь, капрон-сталь, капрон-резина, резина-резина) при обмолоте сои, определить оптимальные технологические регулировки и выявить наилучшие сочетания материалов, использование которых позволило бы значительно снизить механическое повреждение зерна по сравнению с серийным молотильным аппаратом и являлись одной из основных задач лабораторно-полевых экспериментов.

Сравнительные испытания проводились на обмолоте сои сорта Салют-216 комбайнами СК-4, один из которых был снабжен сменными барабанами с обрезиненными и капроновыми бичами и сменным подбарабаньем с обрезиненными планками.

Оценка экспериментального участка производилась следующим образом.

Для характеристики высоты растений из разных мест по диагонали участка набирались три снопа по 50 растений в каждом. Затем обрезались корень и 50 мм стебля от корневой шейки (высота среза жатки), замерялась высота каждого растения (с точностью до 1 см) и определялась средняя их величина.

Засоренность экспериментального участка и соотношение веса зерна и соломы определялись следующим образом. С пяти площадок, расположенных по диагонали участка и ограниченных рамкой 1x5 м, срезались все растения на уровне среза режущим аппаратом жатки комбайна. Срезанная масса взвешивалась и рассортировывалась на сорняки и сою. Количество сорных растений характеризовало засоренность участка, а отношение веса зерна, полученного в результате ручного обмолота стеблей сои к общему весу срезанной массы, давало в среднем величину соотношения веса зерна и соломы.

На участке проведения исследований три раза в день замерялись температура и влажность воздуха.

Оба комбайна были оборудованы специальными пробоотборниками для одновременного взятия проб зерна, соломы и половы. Однако, чтобы исключить влияние зернового шнека и элеватора на механическую повреждаемость зерна, проба зерна бралась не на входе в бункер, а при сходе его со скатной доски. Для этого с комбайнов снимались зерновые шнеки, а на их место устанавливались сборники зерна.

Пробоотборник состоял из двух отдельных приспособлений для взятия проб соломы-половы и зерна, которые подсоединены при помощи соединительных звеньев к рычагу включения, с помощью которого

можно переводить приспособления в “рабочее” и “нерабочее” положения.

После подготовки зачетных участков и оценки состояния обмолачиваемой массы проводились сравнительные испытания комбайнов с экспериментальным и серийным молотильными аппаратами. Качество работы молотильных аппаратов с различными сочетаниями материалов рабочих органов оценивалось по условным суммарным потерям в виде недомолота и дробленого зерна при оптимальных технологических регулировках каждого аппарата.

Оптимальные регулировки (зазоры и частота вращения барабана) определялись на основании лабораторных и предварительных лабораторно-полевых исследований.

Каждый опыт проводился в трехкратной повторности.

При проведении опытов замерялись влажность зерна и соломы, скорость движения комбайна и величина подачи обмолачиваемой массы в молотилку. Частота вращения барабана замерялась тахометром до, после и в ходе опыта.

Для оценки качества работы экспериментального и контрольного комбайнов брались пробы зерна, соломы и половы на длине зачетного участка 50 м. Длина участка разгона составляла 20 м.

Каждая проба соломы и половы взвешивалась на переносных шкальных весах РП-150Ш тип 782 с точностью до 50 г. Затем вручную небольшими порциями протряхивалась солома и определялся невытряс в соломе.

Для определения недомолота солома вторично пропусклась через молотильный аппарат контрольного комбайна с предварительно уменьшенными молотильными зазорами и увеличенной частотой вращения барабана. Полученное зерно взвешивалось на весах ВЛТК-500 и по отношению ко всему выделившемуся зерну за опыт определялась величина недомолота.

Поступившее в приемник подбарабанья зерно вначале очищалось от сорных примесей на веялке, а затем взвешивалось. Из этого зерна методом крестообразного деления выделялась проба для определения механического состава.

Определение механического состава производилось путем разбора вручную двух навесок по 100 г на следующие фракции: целое зерно, зерно дробленое вдоль семядолей, дробленое поперек семядолей и мелкодробленое зерно. Все эти фракции взвешивались отдельно на технических весах с точностью до 0,1 г и находилось среднее арифметическое результатов двух определений, выраженное в процентах.

По окончании опыта с одним из сочетаний материалов рабочих органов (бич-планка) путем замены барабана или подбарабанья получалось новое сочетание, для которого вновь (параллельно с контролем) проводились сравнительные испытания.

Методика и результаты изучения износостойкости резинового и капронового покрытия. Исследования многих авторов показали, что резиновые бичи и планки подбарабанья, армированные металлическими пластинами, при обмолоте зерновых культур надежны в работе и обладают достаточной износостойкостью.

Однако данных по использованию неметаллических материалов (капрон, резина) в конструкциях молотильных аппаратов, предназначенных для обмолота сои, их износостойкости в литературе нет. Поэтому нами проведены исследования по износостойкости капрона и резины при использовании их в качестве материала элементов рабочих органов молотильного аппарата.

Для этого на двух комбайнах, занятых на обмолоте сои в хозяйстве, были установлены подбарабанья, у которых заменены три серийные планки на экспериментальные. Контрольные планки закреплялись на входе в молотильный аппарат, выходе и в середине подбарабанья. Планка представляет собой пластину толщиной 14 мм, на рабочую грань которой наклеивался слой резины толщиной 4 мм или капрона толщиной 3 мм. Толщина пластины выбиралась из расчета равенства ее размеров экспериментальной обрезиненной планке. Слой резины и капрона взвешивался на весах и тщательно наклеивался на рабочую грань пластины. Подготовленные таким образом планки также взвешивались и затем устанавливались на подбарабанье.

При оптимальных технологических регулировках молотильного аппарата каждым комбайном была обмолочена соя на площади 70 га.

В результате проведенных экспериментов установлено, что износ резинового покрытия за этот период составил в среднем 10,50%, т.е. 0,15% на один гектар убранной площади. Следовательно, толщина резины в 1 мм достаточна (с точки зрения износа) для уборки сои с площади, равной примерно 160 га.

Капроновое покрытие оказалось более износостойким. За время уборки сои на площади 70 га износ составил 6,2%.

Влияние режима работы молотильного аппарата на качественные показатели при обмолоте сои. Так как изменение технологических регулировок не в одинаковой мере влияет на механическое повреждение зерна при обмолоте сои серийным и экспериментальным аппаратом, т.е. очевидно, что одной из основных задач является исследование качественных показателей при обмолоте сои молотильными аппаратами на оптимальном режиме работы для каждого сочетания материалов рабочих органов.

Исходя из этих соображений, для четырех диапазонов влажности — 9-10%, 12-13%, 14-15% и 18-20% были проведены сравнительные испытания молотильных устройств с серийными и экспериментальными рабочими органами в зависимости от частоты вращения барабана и зазоров молотильного аппарата на обмолоте сои Салют-216.

Качественные показатели обмолота сои  
в зависимости от подачи, %  
(Влажность зерна и стеблей 12...13%)

Таблица 32

№ п/п	Конструктивные варианты моло- тильного ап- парата, (бич-планка)	Частота враще- ния бара- бана, С <sup>-1</sup>	За- зоры вх/вых, мм	ПОДАЧА, кг/с																	
				0,2			0,4			0,6			0,8			1,0			1,2		
				Др	Н	М	Др	Н	М	Др	Н	М	Др	Н	М	Др	Н	М	Др	Н	М
1	Сталь-сталь	8,3	18/6	2,0	0,2	25	1,0	0,2	23	0,8	0,4	21	0,7	0,4	19	0,7	0,4	19	0,6	0,9	16
2	Сталь-резина	10,0	18/6	0,2	0,1	18	0,2	0,1	17	0,2	0,2	15	0,1	0,2	15	0,2	0,4	14	0,2	0,5	14
3	Капрон-сталь	9,2	18/6	0,9	0,2	22	0,6	0,3	20	0,4	0,3	16	0,4	0,4	15	0,4	0,5	14	0,3	0,5	15
4	Капрон-резина	9,2	18/6	0,2	0,1	14	0,2	0,2	12	0,1	0,2	12	0,1	0,3	11	0,1	0,3	10	0,1	0,4	10
5	Резина-сталь	8,3	18/6	0,9	0,1	24	0,8	0,3	23	0,7	0,4	19	0,7	0,4	18	0,7	0,7	15	0,6	1,1	15
6	Резина-резина	9,2	18/6	0,1	0,1	11	0,1	0,1	10	0,1	0,1	9	0,1	0,2	9	0,1	0,3	8	0,1	0,3	6

Результаты предварительных исследований (таблица 32) показали, что изменение подачи в пределах 0,6-1,2 кг/с существенно не влияет на механическое повреждение зерна, и только при обмолоте сои с подачей 0,2-0,4 кг/с наблюдается резкое увеличение дробления и микроповреждения зерна. Поэтому лабораторные эксперименты проводились при постоянной подаче, равной 1 кг/с, что соответствует 3 кг/с для молотильного аппарата серийного комбайна.

Частота вращения барабана. Известно, что отклонение окружной скорости барабана в сторону увеличения вызывает повышение механической повреждаемости зерна, а в сторону снижения скорости — приводит к недомолоту.

Вопрос о выборе оптимальной окружной скорости барабана должен решаться в зависимости от конкретных условий. Причем при выборе скоростного режима обмолота необходимо учитывать не только величину дробления и недомолота, но и микроповреждение зерна, что является очень важным при уборке семенного материала.

Результаты экспериментальных исследований (таблицы 33, 34) показывают, что замена стальных бичей на резиновые, при работе со стальным подбарабаньем, не дает значительного снижения механического повреждения зерна, а при обмолоте сухой сои наблюдается даже увеличение дробления по сравнению с серийным аппаратом. При взаимодействии резинового бича с обмолачиваемой массой, вследствие большого коэффициента трения о резину, скорость движения массы выше, чем при стальных бичах, следовательно, продолжительность обмолота сокращается, зерно получает меньшее число ударов, и в момент удара резиновым бичом по зерну часть подведенной энергии этого удара поглощается деформацией бича.

Однако, несмотря на эти благоприятные условия обмолоту, снижения дробления не происходит потому, что на механическое повреждение существенное влияние оказывает коэффициент восстановления зерна сои.

В процессе обмолота сои при взаимодействии бичей барабана и зерна повреждения не будет только тогда, когда окружная скорость барабана не превышает скорости, соответствующей порогу дробления. Однако и в этом случае вследствие большого коэффициента восстановления после удара о резиновый бич часть зерен приобретает скорость, превышающую критическую и, ударяясь о металлические части подбарабанья, повреждается. Причем скорость зерна, а, следовательно, и величина механических повреждений, при прочих равных условиях, тем больше, чем больше коэффициент восстановления.

Замена же стального подбарабанья на подбарабанье с обрезиненными планками при обмолоте сои капроновыми, резиновыми и стальными бичами приводит к заметному снижению повреждения зерна. Объясняется это следующими причинами. В результате наших исследований (48) установлено, что при одних и тех же окружных скоростях моло-

Влияние частоты вращения молотильного барабана  
на микроповреждение зерна при обмолоте  
(Влажность зерна и стеблей 9...10%)

Таблица 33

№ п/п	Конструктивные варианты молотильно- го аппарата, (бич- планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>					
			5,8	6,7	7,5	8,3	9,2	10,0
			Микроповреждение, %					
1	Сталь-сталь	24/8	11	12	14	18	23	—
	Сталь-резина	24/8	9	10	10	12	19	23
	Капрон-сталь	24/8	6	8	9	12	16	—
	Капрон-резина	24/8	6	6	8	10	11	—
5	Резина-сталь	24/8	9	10	11	14	17	—
6	Резина-резина	24/8	3	5	6	7	10	—

54

(Влажность зерна и стеблей 12...13%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильно- го аппарата, (бич- планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8	11,7
			Микроповреждение, %						
1	Сталь-сталь	18/6	10	14	17	23	28	—	—
	Сталь-резина	18/6	—	—	8	10	14	16	21
	Капрон-сталь	18/6	6	7	10	12	14	—	—
4	Капрон-резина	18/6	4	5	6	8	8	—	—
5	Резина-сталь	18/6	8	10	15	18	23	—	—
6	Резина-резина	18/6	—	5	6	7	9	12	—

(Влажность зерна и стеблей 14...15%)

Продолжение таблицы 33

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>									
			8,3	9,2	10,0	10,8	11,7	12,5	13,3	14,2	15,0	15,8
			Микроповреждение, %									
1	Сталь-сталь	18/6	14	14	15	18	18	23	28	29	—	—
2	Сталь-резина	18/6	—	12	12	13	14	17	19	20	22	24
3	Капрон-сталь	18/6	—	8	11	12	15	16	16	18	20	22
4	Капрон-резина	18/6	—	6	6	8	11	10	12	13	—	—
5	Резина-сталь	18/6	12	14	13	—	17	18	20	—	—	—
6	Резина-резина	18/6	—	3	3	4	4	4	5	5	5	6

(Влажность зерна и стеблей 18...20%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			12,5	13,3	14,2	15,0	15,8	16,7	17,5
			Микроповреждение, %						
1	Сталь-сталь	18/6	—	17	18	21	21	24	—
2	Сталь-резина	18/6	8	10	11	14	17	18	19
3	Капрон-сталь	18/6	8	8	13	15	17	19	—
4	Капрон-резина	18/6	—	8	8	10	15	16	—
5	Резина-сталь	18/6	8	9	12	15	18	20	21
6	Резина-резина	18/6	—	2	2	4	7	10	10

Таблица 34

Влияние частоты вращения молотильного барабана на дробление зерна сои  
(Влажность зерна и стеблей 9... 10%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>					
			5,8	6,7	7,5	8,3	9,2	10,0
			Дробление, %					
1	Сталь-сталь	24/8	0,7	0,8	1,2	1,6	1,7	2,3
2	Сталь-резина	24/8	-	0,2	0,2	0,3	0,8	1,4
3	Капрон-сталь	24/8	0,5	0,8	1,5	1,6	1,8	-
4	Капрон-резина	24/8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	-
5	Резина-сталь	24/8	0,7	1,0	1,8	1,9	2,0	-
6	Резина-резина	24/8	0,1	0,1	0,15	0,2	0,3	-

56

(Влажность зерна и стеблей 12... 13%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8	11,7
			Дробление, %						
1	Сталь-сталь	18/6	0,20	0,30	0,60	1,20	1,90	-	-
2	Сталь-резина	18/6	-	-	0,20	0,25	0,30	0,5	1,0
3	Капрон-сталь	18/6	0,10	0,15	0,25	0,60	0,68	0,8	-
4	Капрон-резина	18/6	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	-	-
5	Резина-сталь	18/6	0,25	0,30	0,50	1,10	1,80	-	-
6	Резина-резина	18/6	-	0,00	0,10	0,10	0,15	0,25	-

(Влажность зерна и стеблей 14... 15%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>									
			8,3	9,2	10,0	10,8	11,7	12,5	13,3	14,2	15,0	15,8
			Дробление, %									
1	Сталь-сталь	18/6	0,1	0,15	0,2	0,25	0,35	0,50	0,55	0,80	-	-
2	Сталь-резина	18/6	-	0,10	0,1	0,20	0,30	0,35	0,35	0,50	0,8	0,90
3	Капрон-сталь	18/6	-	0,10	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,4	0,45
4	Капрон-резина	18/6	-	0,00	0,0	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	-	-
5	Резина-сталь	18/6	-	0,15	0,2	0,20	0,25	0,50	0,60	-	-	-
6	Резина-резина	18/6	-	0,00	0,0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,2	0,25

(Влажность зерна и стеблей 18... 20%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			12,5	13,3	14,2	15,0	15,8	16,7	17,5
			Дробление, %						
1	Сталь-сталь	18/6	-	0,40	0,45	0,80	1,00	1,50	-
2	Сталь-резина	18/6	0,10	0,15	0,15	0,20	0,30	0,60	0,80
3	Капрон-сталь	18/6	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25	0,40	-
4	Капрон-резина	18/6	-	0,10	0,10	0,20	0,25	0,30	-
5	Резина-сталь	18/6	0,25	0,30	0,35	0,40	0,55	0,90	1,40
6	Резина-резина	18/6	-	0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,50

тильного барабана сила удара зерна об обрезиненные планки подбарабанья в 1,9-3,0 раза меньше, чем при ударе о стальное подбарабанье. Снижение силы удара при замене стального подбарабанья на обрезиненное вызывает уменьшение напряжений в зоне контакта зерна с планкой, от чего, в конечном счете, и зависит механическое повреждение зерна.

Увеличение частоты вращения в большей степени влияет на дробление и микроповреждение зерна при сочетаниях материалов рабочих органов сталь-сталь, резина-сталь и капрон-сталь, чем при сочетаниях сталь-резина, капрон-резина и резина-резина.

Дело в том, что увеличение окружной скорости барабана вызывает более заметное увеличение силы удара при взаимодействии зерна со стальным подбарабаньем, чем с обрезиненным. Так, например, при увеличении окружной скорости барабана с 8 до 24 м/с сила удара при взаимодействии со стальным подбарабаньем увеличивалась в 3,7 раза, в то время как с обрезиненным — в 2,3 раза. Этим и объясняется меньшая зависимость механического повреждения зерна сои от частоты вращения барабана при обмолоте экспериментальным молотильным аппаратом с обрезиненным подбарабаньем, чем с серийным, что является положительной стороной экспериментального аппарата, так как неточность в регулировке частоты вращения барабана в этом случае меньше скажется на качестве обмолота.

Однако для определения оптимальных технологических регулировок недостаточно знать величину механического повреждения зерна, поскольку в процессе обмолота наблюдаются и потери в виде недомолота.

Известно, что величина недомолота находится в обратной зависимости от окружной скорости барабана. Полученные нами данные подтверждают, что недомолот особенно велик на низких оборотах барабана, затем с увеличением оборотов резко падает. Количественное выражение недомолота с изменением частоты вращения барабана приведено в таблице 35.

Результаты исследований показали, что на малых окружных скоростях барабана экспериментальные молотильные аппараты допускают повышенный недомолот по сравнению с серийным. Увеличение окружной скорости барабана приводит к снижению недомолота всеми молотильными аппаратами, но в большей мере экспериментальными с неметаллическими рабочими органами.

При малых окружных скоростях основное влияние на вымолот оказывают ударные воздействия бичей на хлебную массу. Поскольку сила удара о металлические бичи и планки подбарабанья гораздо больше силы удара о неметаллические рабочие органы, то и величина недомолота серийным молотильным аппаратом будет меньше.

С увеличением частоты вращения барабана все большее влияние на недомолот оказывает фактор вытирания. При обмолоте сои было замечено, что невымолоченными, как правило, остаются однозерновые или

Зависимость недомолота сои от частоты вращения молотильного барабана  
(Влажность зерна и стеблей – 12...13%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8	11,7
			Недомолот, %						
1	Сталь-сталь	18/6	2,16	1,10	0,41	0,37	0,25	-	-
2	Сталь-резина	18/6	-	-	0,72	0,42	0,40	0,22	0,04
3	Капрон-сталь	18/6	1,80	1,48	1,18	0,45	0,21	0,07	0
4	Капрон-резина	18/6	1,65	1,35	0,80	0,27	0,24	-	-
5	Резина-сталь	18/6	2,17	1,50	0,69	0,32	0,20	0,15	-
6	Резина-резина	18/6	-	1,55	0,74	0,26	0,11	0,10	0,02

(Влажность зерна и стеблей 14... 15%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>									
			8,3	9,2	10,0	10,8	11,7	12,5	13,3	14,2	15,0	15,8
			Недомолот, %									
1	Сталь-сталь	18/6	2,63	1,43	1,22	0,76	0,50	0,30	0,23	0,05	-	-
2	Сталь-резина	13/6	-	3,48	1,42	0,90	0,35	0,19	0,16	0,13	0,12	0,10
3	Капрон-сталь	18/6	-	2,78	2,00	0,57	0,30	0,10	0,08	0,05	-	-
4	Капрон-резина	18/6	-	2,45	1,00	0,40	0,20	0,20	0,20	0,15	-	-
5	Резина-сталь	18/6	3,15	1,79	1,02	0,52	0,23	0,22	0,15	-	-	-
6	Резина-резина	18/6	-	3,07	2,29	1,00	0,51	0,38	0,14	0,12	0,10	-

(Влажность зерна и стеблей 18... 20%)

09

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			12,5	13,3	14,2	15,0	15,8	16,7	17,5
			Недомолот, %						
1	Сталь-сталь	18/6	-	2,80	1,59	1,37	1,02	0,72	-
2	Сталь-резина	18/6	3,01	2,06	1,46	0,77	0,69	0,41	0,25
3	Капрон-сталь	18/6	1,58	1,35	0,67	0,46	0,36	0,34	-
4	Капрон-резина	18/6	-	0,90	0,40	0,31	0,30	0,25	-
5	Резина-сталь	18/6	2,62	1,90	1,31	0,86	0,44	0,36	0,11
6	Резина-резина	18/6	-	1,28	0,55	0,21	0,19	0,15	0,10

недозрелые бобы, на разрушение которых удар действует менее эффективно, чем вытирание — явление, сопутствующее процессу обмолота, как результат перемещения слоев стеблей относительно друг друга. Эти перемещения вызваны различным положением отдельных стеблей сои в слое обмалачиваемой массы. Стебли, которые находятся в непосредственном соприкосновении с бичом молотильного барабана, будут иметь большую скорость движения в подбарабанье, чем те, которые находятся в соприкосновении с планками подбарабанья. А так как величина скорости относительного перемещения стеблей при прочих одинаковых условиях главным образом зависит от трения хлебной массы о бичи и планки, то чем больше коэффициент трения, тем больше относительная скорость перемещения, тем лучше вымалачивающая способность сочетания рабочих элементов бич-планка. Причем интенсивность вытирания будет тем значительнее, чем больше окружная скорость барабана. Поэтому с увеличением частоты вращения барабана при обмолоте сои неметаллическими рабочими органами (коэффициент трения по резине и капрону больше, чем по стали) большие взаимные перемещения стеблей приводят к более интенсивному вытиранию, что приводит к уменьшению величины недомолота, по сравнению с серийным аппаратом.

Так как процесс обмолота сопровождается механическим повреждением зерна и недомолотом, находящимся в обратной зависимости при изменении частоты вращения барабана, то качество работы молотильных аппаратов целесообразно оценивать по величине условных суммарных потерь в виде дробленых и невымолоченных зерен.

С увеличением частоты вращения барабана суммарные потери уменьшаются до некоторого предела (таблица 36), а затем возрастают за счет увеличения дробления зерна. За оптимальную частоту вращения барабана принимают такую, при которой суммарные потери минимальные. Причем при равенстве суммарных потерь на некотором диапазоне скоростей барабана предпочтение при регулировке молотильного аппарата необходимо отдавать меньшим скоростям, поскольку механическому повреждению подвергаются наиболее ценные зерна, а недомалачиваются, как правило, щуплые и незрелые. В пользу данного вывода говорит и то, что меньшим скоростям барабана соответствует и меньшее количество микроповрежденных зерен.

Результаты проведенных исследований позволили определить оптимальную частоту вращения серийного и экспериментальных молотильных аппаратов при обмолоте сои различной влажности (таблица 38).

Величина зазоров между бичами барабана и планками подбарабанья. Исследование влияния зазоров на качественные показатели работы серийного и экспериментальных молотильных аппаратов проводилось при оптимальной частоте вращения молотильного барабана для каждого сочетания материалов рабочих органов бич-планка, при этом

Зависимость суммарных потерь (дробление + недомолот)  
сои от частоты вращения молотильного барабана  
(Влажность зерна и стеблей – 12 ... 13%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8	11,7
			Суммарные потери, %						
1	Сталь-сталь	18/6	2,36	1,40	1,01	1,57	2,15	-	-
2	Сталь-резина	18/6	-	-	0,92	0,67	0,70	0,72	1,04
3	Капрон-сталь	18/6	1,90	1,63	1,43	1,05	0,89	0,87	-
4	Капрон-резина	18/6	1,75	1,45	0,95	0,42	0,44	-	-
5	Резина-сталь	18/6	2,42	1,80	1,19	1,42	2,00	-	-
6	Резина-резина	18/6	-	1,55	0,84	0,36	0,26	0,36	-

(Влажность зерна и стеблей 14... 15%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>									
			8,3	9,2	10,0	10,8	11,7	12,5	13,3	14,2	15,0	15,8
			Суммарные потери, %									
1	Сталь-сталь	18/6	2,73	1,58	1,42	1,01	0,85	0,80	0,78	0,85	-	-
2	Сталь-резина	18/6	-	3,58	1,52	1,10	0,65	0,54	0,51	0,63	0,92	1,00
3	Капрон-сталь	18/6	-	2,88	2,10	0,72	0,50	0,35	0,38	0,40	0,40	0,45
4	Капрон-резина	18/6	-	2,45	1,00	0,50	0,30	0,35	0,40	0,40	-	-
5	Резина-сталь	18/6	3,15	1,94	1,22	0,72	0,48	0,72	0,75	-	-	-
6	Резина-резина	18/6	-	3,07	2,29	1,10	0,61	0,48	0,24	0,27	0,30	0,25

63

(Влажность зерна и стеблей 18... 20%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>						
			12,5	13,3	14,2	15,0	15,8	16,7	17,5
			Суммарные потери, %						
1	Сталь-сталь	18/6	-	3,20	2,04	2,17	2,02	2,22	-
2	Сталь-резина	18/6	3,11	2,21	1,61	0,97	0,99	1,01	1,05
3	Капрон-сталь	18/6	1,73	1,50	0,87	0,68	0,61	0,74	-
4	Капрон-резина	18/6	-	1,00	0,50	0,51	0,55	0,55	-
5	Резина-сталь	18/6	2,87	2,20	1,66	1,26	0,99	1,26	1,51
6	Резина-резина	18/6	-	1,38	0,65	0,36	0,39	0,45	0,60

зазоры изменялись на входе в пределах 12-30 мм и на выходе — 4-10 мм.

Таким образом, зазор, а пропорционально ему и площадь просвета между барабаном и декой, через которую проходит обмолачиваемый продукт, изменялись в широких пределах.

Как и следовало ожидать, недомолот изменялся в прямой, а повреждение зерна — в обратной зависимости от зазоров молотильного аппарата (таблица 37).

Уменьшение зазоров в первоначальный момент не вызывало заметного увеличения дробления и микроповреждения зерна, и только при достижении зазоров на выходе 6-4 мм увеличивалось количество поврежденных зерен. Объясняется это, видимо, тем, что уменьшение зазоров при одной и той же скорости барабана вызывает более интенсивное воздействие рабочих органов молотильного аппарата на обмолачиваемую массу. Причем при уменьшении зазоров до 4-6 мм увеличивается вероятность защемления и сжатия зерен между бичами и планками подбарабанья, а следовательно, и механического повреждения зерна.

Необходимо отметить, что уменьшение зазоров в большей степени влияет на повреждение зерна при обмолоте серийным аппаратом, чем экспериментальным. Наилучшие результаты получены при обмолоте сои молотильным аппаратом с сочетанием материалов рабочих органов резина-резина и капрон-резина. Дело в том, что, как неоднократно указывалось выше, стальные рабочие органы при взаимодействии с зерном вызывают в нем значительно большие напряжения, чем неметаллические. К тому же, при обмолоте сои с малыми зазорами на выходе молотильного аппарата деформируемость резиновых и капроновых рабочих органов способствует тому, что при сжатии и защемлении зерна повреждаются в меньшей мере, чем при обмолоте серийным молотильным аппаратом, рабочие органы которого обладают большей жесткостью.

Но большее влияние, чем на механическое повреждение зерна, оказывают зазоры на недомолот. Как показали результаты экспериментальных исследований, увеличение зазоров (в указанных пределах) вызывает возрастание недомолота, для различных исследуемых молотильных устройств в пределах 0,9-1,5% при обмолоте массы с влажностью зерна и стеблей сои 9-16% (таблица 37). Это явление можно объяснить тем, что с увеличением объема при постоянной подаче вероятность соприкосновения бобов с рабочими органами уменьшается, а следовательно, уменьшается вероятность разрушения связей зерна с бобами. Увеличение зазоров приводит еще и к тому, что относительное сжатие стеблей сои в зазорах и связанные с ним нормальные давления и силы трения уменьшаются, что приводит к уменьшению разрушения связей за счет вытирания.

Результаты экспериментальных исследований позволили определить оптимальные технологические регулировки испытуемых моло-

**Показатели процесса обмолота сои в зависимости от зазоров молотильного аппарата, %  
(Влажность зерна и стеблей 9...10%)**

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Оптимальная частота вращения барабана, С <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм											
			30/10			24/8			18/6			12/4		
			Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С
1	Сталь-сталь	6,7	0,93	2,02	2,95	0,80	1,05	1,85	1,30	1,00	2,30	3,25	0,43	3,68
2	Сталь-резина	7,5	0,22	1,80	2,02	0,20	0,31	0,51	0,49	0,07	0,56	0,65	0,05	0,70
3	Капрон-сталь	6,7	0,19	2,20	2,39	0,35	0,52	0,87	0,68	0,21	0,89	0,90	0,05	0,95
4	Капрон-резина	6,7	0,12	1,75	1,87	0,20	0,21	0,41	0,27	0,21	0,48	0,31	0,07	0,38
5	Резина-сталь	5,8	0,22	0,72	0,94	0,70	1,40	2,10	0,95	1,07	2,02	1,25	1,05	2,30
6	Резина-резина	7,5	0,13	2,40	2,53	0,15	0,10	0,25	0,28	0,08	0,36	0,36	0,05	0,41

Примечание: Др – дробление; Н – недомолот; С – суммарные потери.

(Влажность зерна и стеблей 12...13%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Оптимальная частота вращения барабана, С <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм											
			30/10			24/8			18/6			12/4		
			Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С
1	Сталь-сталь	8,3	0,16	1,50	1,66	0,21	1,10	1,31	0,60	0,41	1,01	0,81	0,34	1,15
2	Сталь-резина	10,0	0,07	1,20	1,27	0,13	1,00	1,13	0,90	0,40	0,70	0,36	0,30	0,66
3	Капрон-сталь	9,2	0,08	1,56	1,64	0,15	1,12	1,27	0,60	0,45	1,05	0,72	0,25	0,97
4	Капрон-резина	9,2	0,02	1,75	1,77	0,07	0,90	0,97	0,15	0,27	0,42	0,25	0,17	0,42
5	Резина-сталь	8,3	0,13	1,65	1,78	0,18	1,30	1,48	0,50	0,69	1,19	0,80	0,55	1,35
6	Резина-резина	9,2	0,02	1,28	1,30	0,04	1,10	1,14	0,10	0,26	0,36	0,16	0,22	0,38

(Влажность зерна и стеблей 14 ...15%)

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Оптималь- ная частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм											
			30/10			24/8			18/6			12/4		
			Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С
1	Сталь-сталь	11,7	0,04	1,57	1,61	0,04	1,31	1,35	0,35	0,50	0,85	0,80	0,20	1,00
2	Сталь-резина	11,7	0,08	0,92	1,00	0,04	0,45	0,49	0,30	0,35	0,65	0,46	0,06	0,52
3	Капрон-сталь	11,7	0,05	1,70	1,75	0,04	1,15	1,19	0,20	0,30	0,50	0,45	0,15	0,60
4	Капрон-резина	11,7	0,02	1,60	1,62	0,02	1,03	1,05	0,10	0,20	0,30	0,38	0,20	0,58
5	Резина-сталь	11,7	0,14	1,50	1,64	0,17	1,15	1,32	0,25	0,23	0,48	0,65	0,05	0,70
6	Резина-резина	13,3	0,01	1,62	1,63	0,02	1,00	1,02	0,10	0,14	0,24	0,15	0,20	0,35

(Влажность зерна и стеблей 18 ...20%)

99

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Оптималь- ная частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм											
			30/10			24/8			18/6			12/4		
			Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С	Др	Н	С
1	Сталь-сталь	14,2	0,25	5,73	5,98	0,19	3,65	3,84	0,45	1,59	2,04	0,98	1,18	2,16
2	Сталь-резина	15,0	0,02	3,56	3,58	0,06	1,76	1,82	0,20	0,77	0,97	0,59	0,18	0,77
3	Капрон-сталь	14,2	0,10	5,96	6,06	0,19	3,82	4,01	0,20	0,67	0,87	0,50	0,63	1,13
4	Капрон-резина	15,0	0,07	4,80	4,87	0,06	2,60	2,66	0,20	0,31	0,51	0,31	0,25	0,56
5	Резина-сталь	14,2	0,15	5,80	5,95	0,16	2,73	2,89	0,35	1,31	1,66	0,61	0,64	1,25
6	Резина-резина	15,8	0,02	2,73	2,75	0,04	0,73	0,77	0,20	0,19	0,39	0,26	0,06	0,32

тильных аппаратов (таблица 38) при обмолоте сои различной влажностью.

Качественные показатели обмолота сои при оптимальных технологических регулировках каждого молотильного аппарата представлены в таблице 39.

Данные таблицы позволяют сделать вывод о том, что использование молотильного аппарата с обрезиненными рабочими органами обеспечивает качественный вымолот с минимальным повреждением зерна при обмолоте сои любой влажности, при этом дробление, по сравнению с серийным аппаратом, снижается в 4-6 раз, травмирование в 2-3,6, а суммарные потери в 3,4-6,8 раза.

Замена стальных бичей на обрезиненные при стальном подбарабанье способствует незначительному снижению повреждаемости зерна, в то время как обмолот серийными бичами в сочетании с обрезиненным подбарабаньем приводит к снижению дробления примерно в 3 раза и микроповреждения в 1,2-1,5 раза.

Данные таблицы показывают, что с увеличением влажности от 9 до 14-15% наблюдается снижение суммарных потерь и дробления зерна при обмолоте сои как серийным, так и экспериментальными молотильными аппаратами. При дальнейшем увеличении влажности потери вновь начинают возрастать. Таким образом, оптимальной влажностью, при которой создаются наиболее благоприятные условия обмолоту сои, можно считать влажность обмолачиваемой массы и зерна 14-15%.

Результаты исследований качества обмолота сои при отрицательной температуре показывают, что использование обрезиненных рабочих органов приводит к снижению микроповреждения, дробления и суммарных потерь практически на всех режимах работы молотильного аппарата (таблица 40).

Лучшие результаты получены для варианта молотильного аппарата с обрезиненными рабочими органами. Так, по сравнению с серийным аппаратом микроповреждение, дробление и суммарные потери уменьшались в среднем соответственно в 2,0...2,36; 2,0...3,3; 2,2...3,6 раза.

Однако, если при обмолоте сои серийным аппаратом (частота вращения барабана  $8,3 \text{ с}^{-1}$ ) по сравнению с обмолотом при положительной температуре дробление и микроповреждение увеличивались в 1,6...1,9 раза, то для сочетания материалов рабочих органов резина-резина — в 2,3...6 раз. Если при положительной температуре, для данной частоты вращения молотильного барабана, резиновые и стальные бичи в сочетании с обрезиненным подбарабаньем практически не дробили зерно, то при отрицательной температуре дробление для первого случая составило 0,6%, а для сочетания сталь-резина 0,41%.

Обмолот сои при отрицательной температуре, вследствие значительного механического повреждения, приводит и к увеличению в 1,5-1,7 раза суммарных потерь.

Таблица 38

## Оптимальные технологические регулировки молотильного аппарата при обмолоте сои

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Влажность 9...10%		Влажность 12 ... 13%		Влажность 14...15%		Влажность 18...20%	
		Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	Зазоры вх/вых, мм
1	Сталь-сталь	6,7	24/8	8,3	18/6	11,7	18/6	14,2	18/6
2	Сталь-резина	7,5	24/8	10,0	18/6	11,7	18/6	15,0	18/6
3	Капрон-сталь	6,7	24/8	9,2	18/6	11,7	18/6	14,2	18/6
4	Капрон-резина	6,7	24/8	9,2	18/6	11,7	18/6	15,0	18/6
5	Резина-сталь	5,8	24/8	8,3	18/6	11,7	18/6	14,2	18/6
6	Резина-резина	7,5	24/8	9,2	18/6	13,3	18/6	15,8	18/6

Таблица 39

Качественные показатели обмолота сои при оптимальных технологических регулировках молотильного аппарата

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Влажность зерна и стеблей, %															
		9 - 10				12 - 13				14 - 15				18 - 20			
		Др	Н	С	М	Др	Н	С	М	Др	Н	С	М	Др	Н	С	М
1	Сталь-сталь	0,80	1,05	1,85	12	0,60	0,41	1,01	19	0,35	0,50	0,85	18	0,45	1,59	2,04	21
2	Сталь-резина	0,20	0,31	0,51	10	0,30	0,40	0,70	14	0,30	0,35	0,65	14	0,20	0,77	0,97	14
3	Капрон-сталь	0,35	0,52	0,87	8	0,60	0,45	0,05	14	0,20	0,30	0,50	15	0,20	0,67	0,87	13
4	Капрон-резина	0,20	0,21	0,41	6	0,15	0,27	0,42	10	0,10	0,20	0,30	11	0,20	0,31	0,51	10
5	Резина-сталь	0,70	1,40	2,10	9	0,50	0,69	1,19	15	0,25	0,23	0,48	18	0,35	1,31	1,66	15
6	Резина-резина	0,15	0,10	0,25	6	0,10	0,26	0,36	8	0,10	0,14	0,24	5	0,20	0,19	0,39	7

Таблица 40

Качественные показатели обмолота сои (%) сорта Салют-216 при отрицательной температуре  $-5^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Влаж- ность зерна и стеблей, %	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, $\text{с}^{-1}$											
				6,7			7,5			8,3			9,2		
				м	д	с	м	д	с	м	д	с	м	д	с
1	Сталь-сталь	12	18/6	20	0,40	2,71	26	0,63	2,10	28	1,12	1,85	36	2,00	2,40
2	Сталь-резина	12	18/6	12	0,10	1,40	14	0,15	1,35	20	0,41	1,00	24	0,80	1,15
3	Резина-сталь	12	18/6	15	0,45	2,10	20	1,00	2,00	24	1,75	2,61	30	2,95	3,12
4	Резина-резина	12	18/6	9	0,12	0,75	11	0,21	0,70	14	0,60	0,74	18	1,00	1,10

Для снижения механического повреждения зерна и суммарных потерь обмолот сои при отрицательной температуре необходимо производить на пониженном скоростном режиме, т.е. частота вращения (таблица 38), определенная как оптимальная для обмолота сои при положительной температуре, должна быть снижена на  $0,80...1,25 \text{ с}^{-1}$ .

### ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА КОМБАЙНА С КАПРОЧОВЫМИ И ОБРЕЗИНЕННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Результаты предварительных экспериментов показали, что при обмолоте сои в полевых условиях, близких к лабораторным, качественные показатели работы экспериментального и серийного молотильных аппаратов соответствовали лабораторным.

Однако очень часто уборка сои происходит при неблагоприятных обмолоту условиях (неравномерное распределение влаги между зернами и стеблями, засоренность участка, отрицательная температура и т.д.), и поэтому очень важной представляется задача исследования возможности использования экспериментальных молотильных устройств на обмолоте сои для указанных условий с оценкой качественных показателей в сравнении с серийным аппаратом.

Характеристика участка, объекта исследования и метеоусловий представлена в таблице 41.

Данные таблицы показывают, что экспериментальный участок характеризуется наличием значительного количества сорных примесей и неравномерным распределением влаги по отдельным составным частям обмолачиваемой массы. Такое состояние растительной массы и погодные условия, при которых проводились исследования, являются характерными для некоторых периодов уборки сои в Амурской области, оцениваемые как неблагоприятные.

Таблица 41

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	Количество растений сои на $1\text{м}^2$	шт.	35-44
2	Высота растений	мм	550-700
3	Урожайность	ц/га	8,2
4	Количество сорных растений на $1\text{м}^2$	шт.	18-19
5	Отношение веса зерна к весу соломы	-	0,42-0,52
6	Влажность:		
	зерна	%	9,2-10
	стволок и стеблей	%	14-16,8
	сорных примесей	%	20-22
7	Температура	$^{\circ}\text{C}$	+1-(-3)
8	Относительная влажность воздуха	%	68-82

По результатам лабораторных исследований установлено, что для изучаемых молотильных устройств подачей обмолачиваемой массы, близкой к оптимальной (по качественным показателям), является подача, равная 2,0-3,0 кг/с. Однако в полевых условиях получить подачу более чем 1,72 кг/с не представилось возможным, поскольку с увеличением скорости движения комбайна резко возрастали потери от несрезанных бобов.

Все эксперименты были проведены при постоянной подаче, равной 1,7 кг/с.

Результаты полевых опытов по изучению зависимости механического повреждения и недомолота зерна сои от частоты вращения молотильного барабана представлены в таблице 42.

Изменение механических повреждений и суммарных потерь в зависимости от частоты вращения происходит по тому же закону, что и при лабораторных экспериментах. Однако абсолютная их величина при обмолоте в полевых условиях в несколько раз больше, чем при обмолоте в лабораторных.

Это объясняется тем, что при обмолоте сои с влажностью зерна и стеблей 9-10% оптимальная частота вращения барабана для различных вариантов молотильных аппаратов находится в пределах 5,8...7,5 с<sup>-1</sup>. Такой скоростной режим обеспечивает устойчивый вымолот зерна с минимальными механическими повреждениями.

При обмолоте сухой массы, когда стебли обладают хрупкостью, разрушаются не только створки бобов, но и измельчаются стебли сои, что способствует более интенсивному воздействию бичей барабана на бобы, вызывая их разрушение.

В полевых же опытах зерно имело такую же влажность, как и в лабораторных условиях, но вследствие повышенной влажности створок бобов и стеблей (14-16,8%), наличия значительного количества сорных примесей, более влажных, скоростной режим в 5,8...7,5 с<sup>-1</sup> не в состоянии обеспечить качественного вымолота, поскольку, во-первых, на разрушение влажных бобов и выделение из них зерен требуются большие усилия, и, во-вторых, влажные стебли в меньшей степени разрушаются и предохраняют часть бобов от активного воздействия бичей, что и приводит к значительному недомолоту (таблица 42).

Следовательно, для осуществления качественного вымолота обмолот сои с влажностью стеблей и бобов 14-16,8% необходимо производить на более высоком скоростном режиме 10...11 с<sup>-1</sup>.

Однако, как показали лабораторные исследования при обмолоте сои с влажностью зерна 9-10%, увеличение частоты вращения барабана выше 7,5 с<sup>-1</sup> приводит к значительному росту дробления и микроповреждения зерна.

Таким образом, неравномерное распределение влаги привело к тому, что, с одной стороны, для снижения недомолота необходимо значительно увеличить частоту вращения, с другой стороны, с целью сниже-

ния механического повреждения зерна обмолот необходимо производить на пониженных скоростных режимах.

Таблица 42

Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм	Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>				
		7,5	8,3	9,2	10,0	10,8
		Микроповреждение, %				
Сталь-сталь	24/8	8	12	14	17	20
Сталь-резина	24/8	5	7	8	11	14
Капрон-сталь	24/8	5	8	10	12	15
Капрон-резина	24/8	3	5	6	9	11
Резина-сталь	24/8	6	9	12	15	18
Резина-резина	24/8	2	4	5	7	9
Дробление, %						
Сталь-сталь	24/8	1,90	3,42	4,53	5,34	8,10
Сталь-резина	24/8	1,20	1,85	2,40	3,50	4,20
Капрон-сталь	24/8	1,82	2,40	3,00	4,05	5,05
Капрон-резина	24/8	1,12	1,80	2,10	3,11	4,00
Резина-сталь	24/8	1,80	2,58	3,90	5,21	6,90
Резина-резина	24/8	0,91	1,12	1,80	2,50	3,40
Недомолот, %						
Сталь-сталь	24/8	3,40	1,40	0,92	0,60	0,12
Сталь-резина	24/8	3,50	1,45	0,90	0,25	0
Капрон-сталь	24/8	3,48	1,45	1,10	0,69	0,15
Капрон-резина	24/8	3,56	1,50	1,05	0,30	0,07
Резина-сталь	24/8	3,65	1,60	1,30	0,66	0,20
Резина-резина	24/8	3,60	1,58	0,98	0,15	0
Суммарные потери, %						
Сталь-сталь	24/8	5,30	4,82	5,45	6,94	8,22
Сталь-резина	24/8	4,70	3,30	3,30	3,75	4,20
Капрон-сталь	24/8	5,30	3,85	4,10	4,74	5,20
Капрон-резина	24/8	4,68	3,30	3,15	3,41	4,07
Резина-сталь	24/8	5,45	4,18	5,20	5,87	7,10
Резина-резина	24/8	4,51	2,70	2,78	2,65	3,40

Таблица 43

Влияние зазоров молотильного аппарата на качественные показатели при обмолоте сои в полевых условиях, %

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Зазоры вх/вых, мм											
		30/10			24/8			18/6			12/4		
		Д	Н	С	Д	Н	С	Д	Н	С	Д	Н	С
1	Сталь-сталь	3,29	2,10	5,39	3,43	1,40	4,83	4,25	0,90	5,15	6,84	0,54	7,38
2	Сталь-резина	1,70	2,80	4,50	1,80	1,45	3,25	2,20	1,20	3,40	3,10	1,00	4,10
3	Капрон-сталь	2,10	2,55	4,65	2,50	1,45	3,95	3,48	1,10	4,58	4,80	0,70	5,50
4	Капрон-резина	1,35	3,20	4,55	1,50	1,50	3,00	1,65	1,45	3,10	2,20	1,00	3,20
5	Резина-сталь	2,16	3,10	5,26	2,72	1,60	4,32	3,60	1,40	5,00	5,10	1,10	6,20
6	Резина-резина	0,75	3,35	4,10	1,09	1,58	2,67	1,44	1,45	2,89	1,95	1,10	3,05

Примечание: Частота вращения молотильного барабана для всех вариантов -  $8,3 \text{ с}^{-1}$ .

Подача - 1,7 кг/с.

Влажность зерна - 9,5%.

Качественные показатели обмолота сои комбайном СК-4  
при оптимальных технологических регулировках

№ п/п	Конструктивные варианты молотильного аппарата, (бич-планка)	Дробление, %	В % к 1 варианту	Недомолот, %	В % к 1 варианту	Суммарные потери, %	В % к 1 варианту	Микропо- вреждения, %	В % к 1 варианту
1	Сталь-сталь	3,43	100	1,40	100	4,83	100	13	100
2	Сталь-резина	1,80	52,4	1,45	103,5	3,25	67,2	6	46,1
75 3	Капрон-сталь	2,50	72,8	1,45	103,5	3,95	81,7	9	69,2
4	Капрон-резина	1,50	43,7	1,50	107,1	3,00	62,1	5	38,4
5	Резина-сталь	2,72	79,3	1,60	114,2	4,32	89,4	9	69,2
6	Резина-резина	1,09	31,7	1,58	112,8	2,67	55,2	5	38,4

Примечание: Частота вращения барабана для всех вариантов -  $8,3 \text{ с}^{-1}$ .

Зазоры на входе - 24 мм.

Зазоры на выходе - 8 мм.

Оценивая качество работы молотильных аппаратов по условным суммарным потерям, можно считать, что частота вращения барабана, равная  $8,3 \text{ с}^{-1}$ , является близкой к оптимальной (для указанного состояния обмолачиваемой массы) для всех сочетаний материалов рабочих органов, при этом, по указанным причинам, величина недомолота и дробления зерна значительно больше, чем при обмолоте в лабораторных условиях. Необходимо отметить, что на величину дробления зерна существенное влияние оказала температура. Обмолот сои при отрицательной температуре приводит к увеличению дробления зерна.

Результаты исследования влияния зазоров молотильного аппарата на качественные показатели при обмолоте сои комбайном СК-4 представлены в таблице 43. С уменьшением зазоров дробление зерна увеличивается, а недомолот уменьшается. Суммарные же потери вначале уменьшаются до некоторого предела, а затем вновь возрастают за счет увеличения количества дробления семян. Лучшие результаты, для указанного состояния обмолачиваемой массы, получены при зазоре на входе, равном 24 мм, а на выходе — 8 мм.

Сравнивая данные таблицы 44, можно сказать, что несмотря на некоторую величину недомолота все экспериментальные молотильные аппараты значительно превосходят серийный по другому важному качественному показателю — механическому повреждению зерна. Лучшие результаты получены при обмолоте сои молотильными аппаратами с сочетаниями материалов рабочих органов резина-резина, капрон-резина и сталь-резина, у которых дробление снизилось соответственно в 3,14; 2,28 и 1,91 раза, а микроповреждение зерна в 2,6; 2,63 и 2,1 раза.

Для всех сочетаний материалов рабочих органов, по сравнению с серийным аппаратом, наблюдается снижение и суммарных потерь. Однако, если для сочетаний капрон-сталь и резина-сталь снижение суммарных потерь незначительное, то для сочетаний сталь-резина, капрон-резина и резина-резина снижение этих потерь более заметное и равно соответственно 32,8%, 37,9% и 44,8%.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В настоящее время при уборке сои не всегда обеспечивается производство товарного зерна и семян требуемых кондиций. Выход и качество продукции снижаются за счет значительного механического повреждения зерна, возникающего при обмолоте серийными комбайнами.

Снижение механической повреждаемости зерна при уборке представляет важную проблему, необходимость решения которой обуславливается значительными потерями урожая, вследствие снижения товарных свойств зерна, неустойчивости его при хранении и ухудшения качества семенного материала.

Многочисленные исследования прочностных свойств зерна, проведенные в непосредственной связи с процессом обмолота, позволяют сделать вывод о том, что разрушение зерна в процессе обмолота происходит в основном под действием динамических нагрузок. Количество и характер механических повреждений зерна одновременно находятся в тесной зависимости как от комплекса механических свойств семян, так от степени силовых воздействий, обуславливаемых режимом работы и конструктивным оформлением молотильного аппарата.

Для существующей конструкции молотильно-сепарирующего устройства комбайна наиболее эффективными методами снижения механического повреждения зерна сои являются:

1. Обмолот сои должен производиться при оптимальных технологических регулировках молотильного аппарата в зависимости от влажности обмолачиваемой массы. Для влажности менее 14%, 14...18% и более 18% зазоры между бичами и планками подбарабанья на входе и выходе первого молотильного аппарата должны быть 24/12 мм, а второго соответственно — 20/10 мм, 18/9 и 16/8 мм; частота вращения первого барабана для указанных влажностей — 6,7...7,5 с<sup>-1</sup>, а второго — 7,5...8,3 с<sup>-1</sup>, 8,3...9,2 с<sup>-1</sup>, 10,0...10,8 с<sup>-1</sup>.

Для однобарабанного молотильного аппарата оптимальными технологическими регулировками для влажности обмолачиваемой массы до 10%, 11...13%, 14...15% и более 18%: зазоры вх/вых — 24/8 мм, 18/6 мм, 18/6 мм, 18/6 мм; частота вращения молотильного барабана — 6,7...7,5 с<sup>-1</sup>, 8,3...9,2 с<sup>-1</sup>, 11,7...12,5 с<sup>-1</sup>, 14,2...15 с<sup>-1</sup>.

2. Применение подвижной системы крепления подбарабанья с использованием резинового амортизирующего устройства позволяет снизить удельное давление на зерно и, как следствие, дробление зерна на 70...80%.

3. Использование схемы обмолота, при которой вымолоченные зерна из-под первого барабана отводятся отдельно. Раздельную двухпоточную технологию обмолота желательно использовать при уборке семенных участков, т. к. из-под первого барабана дробленого зерна поступает в 4,7...5,1 раза меньше, а масса 1000 зерен на 5,2...6,4 г выше, чем в бункерном зерне. Семена, выделенные из-под первого молотильного

аппарата дают полевую всхожесть на 10...15% выше, растения имеют на 7,16...7,58% бобов больше, прибавка урожая составляет 2,2 ц/га.

4. Меньше всего семена сои склонны к механическим повреждениям при влажности 14...15%. Это и есть номинальная влажность, при которой необходимо осуществлять обмолот, особенно семенных участков, при этом и будет обеспечено минимальное травмирование семян.

5. Обмолот сои при отрицательной температуре приводит к резкому увеличению (в 1,5...2 раза) механической повреждаемости зерна. Для снижения повреждения зерна обмолот сои при отрицательной температуре воздуха необходимо производить на пониженном скоростном режиме молотильных барабанов, то есть оптимальная частота вращения, рекомендованная для обмолота сои при положительной температуре, должна быть снижена на 0,85...1,6 с<sup>-1</sup>.

Обмолот сои на семенных участках при отрицательной температуре не рекомендуется.

Одной из главных причин значительных механических повреждений зерна сои существующими барабанными молотильными аппаратами является несоответствие технологического процесса обмолота биологическим и физико-механическим свойствам зерна и растений сои. Поэтому в качестве основных методов и средств повышения эффективности снижения механического повреждения зерна при обмолоте сои могут быть предложены:

1. Использование в конструкциях молотильных аппаратов обрезиненных рабочих органов.

Использование молотильного аппарата с обрезиненными бичами и планками подбарабанья обеспечивает качественный вымолот с минимальным повреждением зерна при обмолоте сои любой влажности. Дробление по сравнению с серийным аппаратом снижается в 4...5,5 раза, а микроповреждение — в 2...3,6 раза в зависимости от состояния обмолачиваемой массы.

Замена стальных бичей на обрезиненные при стальном подбарабанье способствует незначительному снижению повреждаемости зерна, в то время как обмолот серийными бичами в сочетании с обрезиненным подбарабаньем приводит к снижению дробления в 3 раза, а микроповреждений — в 1,2...1,5 раза.

2. Использование в конструкциях молотильных аппаратов капроновых бичей. По отношению к серийному молотильному аппарату использование капроновых бичей приводит к снижению дробления в 1,3...2,5 раза, а микроповреждений — в 1,2...1,6 раза.

Резиновые и капроновые бичи и планки подбарабанья, армированные металлической пластиной, надежны в работе и обладают достаточной износостойчивостью. Так, толщина резины и капрона в 1 мм достаточна (с точки зрения износа) для уборки сои с площади, равной соответственно 160 и 270 га.

3. Заслуживает внимания дальнейшее исследование и совершенствование роторно-сепарирующего устройства, в котором молотильный барабан с декой расположен по продольной оси и поток обмолачиваемой массы движется аксиально. Травмирование зерна таким аппаратом составляет 0,32%, недомолот — 0,2%, в то время как серийный аппарат при тех же условиях травмирует 10,6%.

4. Использование в конструкции молотильного аппарата обрезиненного вальцового деформатора позволяет снизить дробление зерна в 1,9 раза.

Необходимо обратить внимание специалистов сельского хозяйства, занимающихся возделыванием сои, на то, что в качестве семенного материала желательно использовать семена сои более крупной фракции. Использование семян крупной фракции — весьма эффективный прием, заслуживающий широкого внедрения, т. к. увеличение урожая при посеве такими семенами, при всех прочих равных условиях, составляет 18...33%, вес 1000 семян на 30...40 гр. больше контроля.

В поисках мер борьбы с болезнями и вредителями сои, кроме снижения механических повреждений, оказывающих плодотворное влияние на снижение заболеваний, также целесообразно использование семян крупной фракции как весьма эффективный прием оздоровления сои от вирусных и других болезней. Крупные семена меньше поражаются: фузариозом в 2,2 раза; аскохитозом — 1,7; бактериозом — 9,5 и перноспорозом — 2,8 раза.

## Библиографический список

1. Бабич А. И. Соя на корм. — М.: Колос, 1974, 53 с., 112 с.
2. Беликов И. Ф. Вопросы биологии и возделывания сои. — В сб.: Биология и возделывания сои, Владивосток, 1971.
3. Бумбар И. В., Гречачин Н. П., Парубенко А. В. Исследование обмолота сои вальцевым молотильным аппаратом.: Пути повышения урожайности сои на Дальнем Востоке, Благовещенск, 1982, 97 с.
4. Бумбар И. В., Дмитриев И. В. Совершенствование молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна на уборке сои.: Механизация возделывания и уборки зерновых и сои на Дальнем Востоке. Сб. науч. тр., Благовещенск, 1990, 55 с.
5. Васильченко А. А. Основные результаты работы Института сои и клещевины по возделыванию этих культур.: Труды Всесоюзного научно-производственного совещания по масличным культурам, Краснодар, 1952.
6. Волков А. Т., Назаренко В. В. Об угле естественного откоса и его определение.: Материалы XVIII научной конференции, Благовещенск, 1970, 85 с.
7. Волков А. Т., Назаренко В. В. Исследования коэффициента трения и угла естественного откоса семян сои.: Материалы XVIII научной конференции, Благовещенск, 1969, 187 с.
8. Волков А. Т., Назаренко В. В. Исследование некоторых физико-механических свойств семян сои.: Уборка и послеуборочная обработка зерна. Труды, вып. 62, Челябинск, 1973, 253 с.
9. Волков А. Т., Назаренко В. В. Коэффициент трения и угол естественного откоса семян сои.: Проблемы комплексной механизации возделывания сои., Хабаровское кн. изд-во, Благовещенск, 1973, 103 с.
10. Гершевич М. Г. Технологические основы и техническое обеспечение интенсификации возделывания сои на Дальнем Востоке., Уч. пособие, ч. 1, Благовещенск, 1991, 155 с.
11. Глотов В. П., Назаренко В. В. Влияние свойств соударяемых поверхностей на коэффициент восстановления семян сои.: Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, Сб. науч. тр., вып. 2, Благовещенск, 1973, 29 с.
12. Глотов В. П., Назаренко В. В. Резина в качестве материала рабочих органов молотильного аппарата при обмолоте сои.: Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, Сб. науч. тр., вып. 2, Благовещенск, 1973, 38 с.
13. Грек Л. И. Вопросы обмолота. — Дальневосточное кн. изд-во., Владивосток, 1970.
14. Гречачин Н. П. Исследование двухфазного способа обмолота сои. — Автореферат диссертации к. т. н., Омск, 1971.

15. Гречачин Н. П., Метелкин В. В. Экспериментальное исследование повреждения зерна при ударе. — Труды Амурской сельскохозяйственной опытной станции., Т. 2. вып. 2, 1968.

16. Гречачин Н. П. Исследование процесса обмолота сои по дуге окружности, охватываемой подбарабаньем.: Материалы XVII научн. конф., Благовещенск, 1968, 187 с.

17. Гречачин Н. П., Назаренко В. В., Глотов В. П. К исследованию упругих свойств семян сои.: Материалы XVIII научн. конф., Благовещенск, 1970, 109 с.

18. Громова А. И. Разнокачественность семян сои. В кн.: Рефераты всесоюзного совещания по вопросам биологии возделывания сои в Советском Союзе, Благовещенск, 1971.

19. Громова А. И., Дробязко Н. И. Механическое травмирование семян сои и меры его снижения. — журнал "Зерновое хозяйство", N 1, 1974.

20. Енкин Е. Б. Соя.: Сельхозгиз, — М., 1959.

21. Енкин Е. Б., Соя.: Сельхозгиз, — М., 1952.

22. Заверюхин В. И. Возделывание сои на орошаемых землях. — М.: Колос, 1981, 157 с.

23. Золотницкий В. А. Соя на Дальнем Востоке, Хабаровск, 1962, 248 с.

24. Изергин В. А. Соя — культура огромных возможностей. — Амурское книжное изд-во, Благовещенск, 1963.

25. Инструкция о порядке расчетов с колхозами, совхозами и другими хозяйствами за продаваемое государству зерно, семена масличных культур и трав. — ЦИНТИ, Госкомзага СССР, — М., 1969.

26. Калибеда К. П. и др. Соя при орошении. — М., Россельхозиздат, 1980, 67 с.

27. Кашпура Б. И. и др. Зональная система машин для комплексной механизации растениеводства на 1986...1990 годы Дальневосточного района РСФСР, Новосибирск, СОВАСХНИЛ, 1987, 956 с.

28. Климкович В. А., Тен Г. М., Федченко Б. Х. Исследование механического повреждения семян сои рабочими органами загрузчиков сеялок., Интенсификация соеводства на Дальнем Востоке, Сб. научн. тр., Новосибирск, 1985, 104 с.

29. Клыков А. П. Пути оздоровления сои от бактериальных заболеваний.: Земледелие, N 5, 1953.

30. Комплексная система защиты посевов сои от сорняков, вредителей и болезней.: Рекомендации. — М., ВО Агропромиздат, 1987, 47 с.

31. Конечный В. М. Перспективные сорта и семяноводство сои на Дальнем Востоке.: Хабаровское кн. изд-во, 1967, 39 с, 47 с.

32. Коноплев А. И., Конечный В. М. Система семяноводства зерновых культур и сои в Хабаровском крае.: Рекомендации, Хабаровск, 1976, 47 с.

33. Конченко Н. Ф. и др. Изучение и обоснование размерных признаков делимости семян сои на фракции.: Механизация возделывания

сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, вып. 6, Благовещенск, 1977, 23 с.

34. Конченко Н. Ф., Трофимов С. К. Повышение качества семян сои.: Пути повышения урожайности сои на Дальнем Востоке, Благовещенск, 1982.

35. Коробко В. Н. Селекция и семеноводство сои в Молдавии. — Кишинев, штиинца, 1984, 78 с.

36. Кребель-Гретер К. Современные тенденции в мировом интенсивном производстве сои.: Высокопроизводительное возделывание сои с использованием селективных гербицидов, Проспект фирмы БАСФЕ-СССР, 1988, 21 с.

37. Кузин В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке, Благовещенск, Амурское отд. Хабаровского кн. изд., 1976, 248 с.

38. Кузин В. Ф., Заикина Г. Ф. Вопросы производства сои, Хабаровское кн. изд-во, 1972, 116 с.

39. Лебедев Н. А. Соя — ценная кормовая культура.: Госиздат сельскохозяйственной литературы. — М., 1961.

40. Лещенко А. К. Культура сои на Украине. — Киев, 1962.

41. Лещенко А. К. Культура сои. — Киев, Науковадумка, 1978, 235 с.

42. Малыш Л. К., Присяжная С. П., Поляков В. В. Сортные особенности динамической прочности семян сои. Интенсификация соеводства на Дальнем Востоке., Сб. науч. тр., Новосибирск, 1985.

43. Малыш Л. К., Рязанцева Г. П. Селекция сои на устойчивость к неблагоприятным факторам Приамурья., Приемы регулирования продуктивности сои, Сб. науч. тр., Новосибирск, 1987, 26 с.

44. Месяц И. И. Производство сои и совершенствование технологии ее возделывания., обзорная информация. — М., ВНИИТЭСХ, 1979, 71 с.

45. Механизация возделывания, уборки и послеуборочной обработки сои., Методические рекомендации, Новосибирск, 1975, 67 с.

46. Мякушко Ш. Г. и др. Технология возделывания сои в США. — Земледелие, 1972, N 5, 77 с.

47. Назаренко В. В. Снижение потерь и механических повреждений зерна при обмолоте сои. — Механизация возделывания и уборки зерновых и сои на Дальнем востоке, Сб. науч. тр., Благовещенск, 1990, 127 с.

48. Назаренко В. В. К теории повреждения зерна сои при обмолоте. — Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке., Вып. 6, Благовещенск, 1977, 8 с.

49. Назаренко В. В. Определение необходимой толщины резинового покрытия элементов молотильного аппарата. — Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке., Вып. 6., Благовещенск, 1977, 14 с.

50. Назаренко В. В. Применение статистических методов при исследовании влияния факторов на повреждение зерна сои при обмолоте. —

Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, Вып. 6, Благовещенск, 1977, 19 с.

51. Назаренко В. В. К вопросу исследования механических повреждений зерна сои в молотильных аппаратах. — Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке., Сб. науч. тр., Вып. 2, Благовещенск, 1973, 24 с.

52. Назаренко В. В., Присяжная С. П. Статическая и динамическая прочность зерна сои. — Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, Вып. 5., Благовещенск, 1976, 71 с.

53. Назаренко В. В. Механические повреждения и их влияние на качество вымолоченного зерна сои. — Пути увеличения производства зерновых культур и сои в Амурской области., Сб. науч. тр., Благовещенск, 1987, 59 с.

54. Назаренко В. В. Пути снижения механического повреждения зерна сои при обмолоте. — Ученые института — сельскохозяйственному производству., Благовещенск, 1987.55.

Назаренко В. В. Обмолот сои при отрицательной температуре воздуха. — Информационный листок N 23-77., Амурский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды, 1977.

56. Овчинникова А. М. и др. Болезни и вредители сои. — Защита растений, N 7, 1973, с. 30—33.

57. Подъяпольская О. П. Влияние на микрофлору зерна целостности его покровов., В кн. — Труды ВНИИЗ, вып. 30, 1955.

58. Присяжная С. П. Повреждение семян сои машинами поточной линии. — Механизация возделывания сои на Дальнем Востоке, Благовещенск, 1983, 53 с.

59. Присяжная С. П. Посевные качества и продуктивность травмированных семян сои. — Вопросы возделывания основных культур в Амурской области, Новосибирск, 1976, 109 с.

60. Присяжная С. П., Присяжный М. М. Хозяйственная годность семян сои с учетом травмирования. — Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке, вып. 5, Благовещенск, 1976, 68 с.

61. Присяжный М. М. Уборка сои с обработкой всего биологического урожая на стационаре. — Пути увеличения производства зерновых культур и сои в Амурской области, Сб. науч. тр., Благовещенск, 1987, 55 с.

62. Присяжный М. М. Исследование состава вороха, поступающего на очистку комбайна при уборке сои., Проблемы комплексной механизации возделывания сои., Хабаровское кн. изд-во, Благовещенск, 1973, 68 с.

63. Присяжный М. М. Сравнительные результаты исследований двухпоточной зерноочистки комбайна на уборке. — Селекция и агротехника сои, Новосибирск, 1982, 93 с.

64. Присяжный М. М. Исследование факторов, влияющих на качество семян сои. — Пути повышения урожайности сои на Дальнем Востоке, Благовещенск, 1982, 97 с.

65. Сиротин В. И. Соя в животноводстве., кн. изд-во, Владивосток, 1970, 105 с.
66. Соя. — М.: Колос, 1984.
67. Соя в Приамурье., Благовещенск, 1975, 17 с.
68. Соя. — М.: Россельхозиздат, 1978, 9 с.
69. Сун-Син-Дун. Соя. — М.: Сельхозиздат, 1958, 248 с.
70. Тен Г. М. Качественная оценка работы шнека со щеточным обрамлением.. — Механизация возделывания и уборки зерновых и сои на Дальнем Востоке., Сб. науч. тр., Благовещенск, 1990, 120 с.
71. Терентьев Ю. В. Механизация возделывания сои. — М.: Россельхозиздат., 1982, 87 с.
72. Терентьев Ю. В. Технологические основы комплексной механизации производства сои., Благовещенск, 1988.
73. Терентьев Ю. В., Глотов В. П. Механические повреждения семян сои при уборке и послеуборочной обработке. — ЧИМЭСХ, Сб. науч. тр., Вып. 52., 1971.
74. Трисвятский Л. А. Хранение зерна.: Колос, — М., 1966.
75. Устойчивость сои к болезням. — Соя., Аспекты устойчивости, методы оценки и отбора., Кишинев, штиинца, 1990, 35 с.
76. Федченко Б. Х., Гонтарь А. С. Обмолот сои роторным молотильно-сепарирующим устройством. — Пути увеличения производства зерновых культур и сои в Амурской области., Сб. науч. тр., Благовещенск, 1987, 55 с.
77. Федченко Б. Х. и др. Травмирование зерна рабочими органами комбайна на уборке сои. — Интенсификация соеводства на Дальнем Востоке., Сб. науч. тр., Новосибирск, 1985, 106 с.
78. Шелевой Г. К., Терентьев Ю. В., Кузьмин М. С. и др. Индустриальная технология возделывания сои., 1980, 56 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Народнохозяйственное значение сои.....	4
Посевные площади и урожайность сои.....	6
Виды и источники потерь зерна при уборке урожая сои.....	9
Причины механических повреждений зерна комбайнами.....	15
Физико-механические свойства зерна и стеблей сои.....	16
Механические повреждения и их влияние на качество вымолоченного зерна.....	23
Влияние на механическое повреждение зерна природного состояния и физико-механических свойств обмолачиваемой массы.....	31
Влияние на механическое повреждение зерна технологических регулировок и конструктивных особенностей молотильного аппарата.....	40
Способы снижения механического повреждения зерна сои при обмолоте.....	43
Использование неметаллических материалов в конструкции молотильных устройств.....	47
Полевые испытания молотильного аппарата комбайна с капроновыми и обрзиненными рабочими органами.....	71
Предложения и рекомендации.....	77
Библиографический список.....	80

**Заказ 0150. Тираж 250. Формат 84x108/32. Усл. п. л. 4,62.  
ПКИ "Зен", г. Благовещенск, ул. Калинина, 10.**

50000