



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕБЛЕСТОЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

СТАРЦЕВ Александр Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ДЕМИН Евгений Евгеньевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КУНЬШИН Александр Андреевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ДАНИЛОВА Анастасия Сергеевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приведена методика исследований физико-механических свойств стеблей и корзинок подсолнечника, описана характеристика условий исследований, перечислены приборы и инструменты, используемые при проведении полевых опытов. Изложены результаты исследования.

О необходимости исследования физико-механических свойств растений в свое время писал академик В.П. Горячкин, утверждая, что сельскохозяйственные машины и орудия работают в самых разнообразных условиях, поэтому к ним нельзя подходить с одной только механической меркой, необходимо охватить все основные условия, которыми определяется работа машин [10].

Таким образом, анализ физико-механических свойств стеблей и корзинок подсолнечника, их влияния на технологический процесс позволит обеспечить рациональную работу зерноуборочного комбайна и обосновать конструктивные параметры рабочих органов жатки.

Современные зерноуборочные комбайны имеют множество моделей и модификаций [2]. Некоторые из них различаются технологическими процессами уборки – скашивания и обмолота [1]. И в зависимости от вида убираемой культуры оснащаются теми или иными приспособлениями для уборки, настраивают различные по исполнению жатки или приспособления для уборки той или иной культуры, молотильно-сепарирующие устройства, системы очистки зернового вороха [6, 7, 9].

Изучение физико-механических свойств сельскохозяйственных растений в систематической форме началось при жизни

В.И. Горячкина, и за последние годы накопилось много ценного материала. Весомый вклад в изучение физико-механических свойств подсолнечника внесли многие ученые исследователи: В.К. Морозов, А.И. Пьянков, М.Ф. Бурмистров, А.Ф. Соколов, В.И. Особов, И.И. Байгузин, И.Г. Лысых, С.В. Нестеренко и др.

Исследованием физико-механических свойств стеблей кукурузы занимались Е.И. Трубилин, Е.В. Труфляк и др. [11, 12].

Однако в перечисленных работах не рассмотрена специфика взаимодействия части стеблей и корзинок подсолнечника с конструкцией шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника [8].

Для определения и обоснования основных геометрических параметров шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника (ширины стеблеподъемника $S_{\text{стеб}}$, длины отсекаателя $L_{\text{отс}}$, ширины навивки $H_{\text{вит}}$ и параметров регулировки – зазора между крайней точкой отсекаателя и навивкой шнека жатки $S_{\text{шнек}}$, зазором между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{\text{ра}}$) было целесообразно исследование некоторых геометрических и физико-механических свойств стеблестоя подсолнечника (рис. 1, 2).

Исследования были проведены в 2010 г. на полях ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области. Изу-

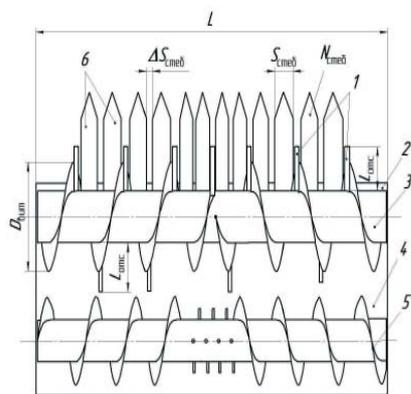


Рис. 1. Расположение стеблеподъемников и отсекающих аппаратов шнека-мотовила:

1 – отсекающие; 2 – режущий аппарат; 3 – шнек-мотовило; 4 – днище жатки; 5 – шнек жатки; 6 – стеблеподъемники; L – длина мотовила, м; $S_{\text{стеб}}$ – ширина стеблеподъемника, м; $\Delta S_{\text{стеб}}$ – расстояние между стеблеподъемниками, м; $H_{\text{вит}}$ – ширина навивки, м; $L_{\text{отс}}$ – длина отсекающего аппарата, м

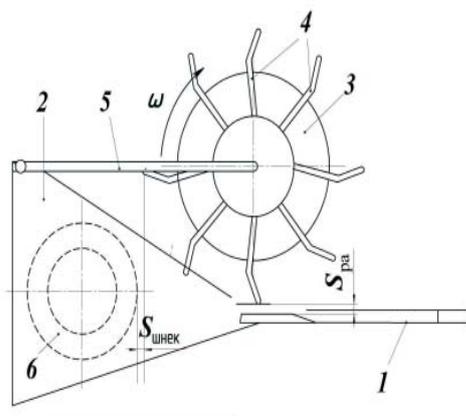


Рис. 2. Схема параметров регулировки шнека-мотовила: 1 – стеблеподъемники; 2 – жатка; 3 – навивка шнека-мотовила; 4 – отсекающие; 5 – поддержка мотовила; 6 – шнек жатки

чали сорт Саратовский 20, районированный в зоне Юго-Востока.

С учетом того, что физико-механические свойства растений способны частично изменяться в условиях окружающей среды, возникает необходимость изложения некоторых условий исследования.

Исследования физико-механических свойств проводили с 15 по 31 октября 2010 г. на полях ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области.

Предшественниками подсолнечника два последних года являлись колосовые культуры – озимая рожь и просо. Посев производили пунктирным способом с шириной междурядья 70 см. В процессе произрастания производили две междурядные культивации с внесением минеральных удобрений (аммофоса и аммиачной селитры). Технологичес-

кая карта возделывания опытного поля подсолнечника представлена в табл. 1.

Летом 2010 г. на территории Саратовской области отмечалась аномальная засуха. С 24 мая по 18 июля не выпадало осадков. Слабые дожди в Балашовском районе наблюдались в конце июля. В связи с этим в районе была крайне низкая урожайность сельскохозяйственных культур, гибель посевов зерновых колосовых.

Поле с опытными посевами для проведения экспериментальных исследований характеризуется следующими условиями (см. табл. 1).

Рельеф участка под посевами в основном ровный, длина гона составляла 900–1000 м. Почва по гранулометрическому составу – суглинистый чернозем. Перед проведением исследований производили замеры влажности почвы, семян и стебля с корзинкой (табл. 2).

Результаты замеров величин, выполненных при определении физико-механических свойств подсолнечника и при экспериментальных исследованиях сельскохозяйственных машин для характеристики технологического процесса, представляют собой, как правило, ряды цифр, имеющих определенное отклонение относительно средней величины.

Все экспериментальные данные, полученные при проведении опытов, обрабатывали методами математической статистики по известным формулам [4]. В дальнейшем подробные расчеты не приводились. В каждом последующем разделе работы излагают только повторности опытов.

Лабораторно-полевыми опытами определяли:

1) количество стеблей (густота стояния растений на 1 м^2) $W_{\text{стеб}}$, шт. Для чего по диагонали опытного участка вбрасывали квадратную рамку размерами $1 \times 1 \text{ м}$ (рис. 3);

2) длину стебля от поверхности почвы до основания корзинки (с учетом изгиба) $l_{\text{стеб}}$, мм;

3) высоту растения от поверхности почвы до изгиба стебля $h_{\text{стеб}}$, мм;

4) высоту расположения корзинки $h_{\text{корз}}$, мм;

5) диаметр корзинки $D_{\text{корз}}$, мм;

6) диаметр стебля у основания корзинки $D_{\text{стеб}}$, мм;

7) диаметр стебля у середины $D_{\text{стеб}}$, мм;

8) диаметр стебля на высоте 40 см от земли $D_{\text{стеб}}$, мм;



Технологическая карта возделывания опытного поля

Наименование технологической операции	Сроки выполнения		Агротехнические условия
	календарные дни	рабочие дни	
Снегозадержание 1	10–30.01	20	–
Снегозадержание 2	14.02–04.03	20	–
Покровное боронование	16–20.04	5	2 следа
Предпосевная культивация	01–04.05	5	6–10 см
Посев с внесением минеральных удобрений	01–04.05	5	5 кг/га
Прикатывание посевов	01–04.05	5	–
Боронование по всходам	13–14.05	3	1 след не более 5 см
Междурядная культивация 1	20–24.05	6	10–12 см с внесением азота 15 кг/га; фосфора 10 кг/га
Междурядная культивация 2	05–10.06	6	10–12 см с внесением азота 20 кг/га; фосфора 15 кг/га

Таблица 2

Характеристика условий исследований

Площадь поля, га	Урожайность, ц/га	Влажность почвы в слое 0–10 см, %	Влажность семян, %	Влажность незерновой части, %
90	7,9	7–14,2	7,9–8,3	8,8

9) угол естественного наклона стеблей $\gamma_{\text{стеб}}$, град (рис. 4);

10) угол наклона корзинок к вертикальной плоскости $\beta_{\text{корз}}$, град (поворот к рядку) (см. рисунок 4);

11) угол наклона корзинок к горизонтальной плоскости $\alpha_{\text{корз}}$, град (рис. 5);

12) величину пониклости корзинок $N_{\text{пон}}$ – расстояние от прямой роста стебля до центра боковой части корзинки (рис. 6), мм;

13) количество семян на 1 м² посевов M , шт.;

14) массу семян на 1 м² посевов m , г;

15) биологическую урожайность подсолнечника $q_{\text{подс}}$, ц/га;

16) массу одной семечки $m_{\text{сем}}$, г.

Для измерений использовали стандартное измерительное оборудование и инструменты (табл. 3).

Размерно-массовая характеристика растений позволяет определить формы и габаритные размеры рабочих органов при разработке конструкции шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника [3]. При исследованиях измеряли те части растений, которые при уборке могли иметь контакт с рабочими органами шнека-мотовила жатки [8].

У подсолнечника стебель прямой только в раннем возрасте [5]. С начала фазы об-

разования корзинки и по мере созревания стебель в верхней части постепенно наклоняется, возникает пониклость корзинок. Она становится более выраженной с увеличением в процессе роста массы корзинки с семенами. Отсюда истинная длина стеблей подсолнечника всегда больше, чем высота самих растений. К периоду уборки происходит одревеснение стебля. Корневая система подсолнечника в зависимости от природно-климатических и погодных условий, характеристики почвы может уходить вглубь нее на 2,7 м и в стороны на 0,3 м [5, 11].

Для обеспечения точности опытов в пределах 4 % размерные показатели определяли на 80–100 растениях, расположенных по диагоналям участка.

Размеры растений по высоте измеряли линейкой с точностью до 10 мм. Диаметры корзинок и стеблей определяли у растений, стоящих противоположно друг другу по диагонали, штангенциркулем с точностью до 1 мм.

Экстремальные и средние значения основных размеров сведены в табл. 4.

Результаты проведенных исследований показали, что размеры корзинок варьируют в широких пределах, что может осложнить работу шнека-мотовила.





Рис. 3. Определение количества растений на 1 м²

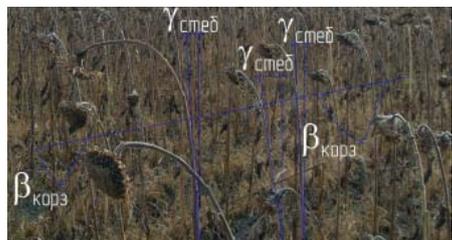


Рис. 4. Угол наклона корзинок к вертикальной плоскости $\beta_{корз}$ (поворот к рядку) и угол естественного наклона стебля $\gamma_{стеб}$



Рис. 5. Угол наклона корзинок к горизонтальной плоскости $\alpha_{корз}$



Рис. 6. Величина пониклости корзинок $N_{пон}$

Таблица 3

Приборы и инструменты для проведения лабораторно-полевых опытов

Прибор	ГОСТ	Допускаемое отклонение
Линейка измерительная 1000 мм	427-75	± 0,025 мм
Рулетка измерительная 10101 «Велюр» 3 м с 2 фиксаторами	7502-98	± 0,15 мм
Штангенциркуль (тип ШЦ-I-125)	166-89	± 0,05 мм
Угломер-транспортир 0-180° (тип 4 4УМ) с нониусом ценой деления 10 мин	5378-88	-
Угольник поверочный 90° слесарный с широким основанием	3749-77	-
Влагомер НН 2 для измерения влажности почвы и грунта (DELTA-T DEVICES LTD, Англия)	27902-88	± 3 %
Влагомер Wile 55	-	± 0,5 %
Весы технические электронные фасовочные DIGI DS-708-6	29329-92	Класс точности III
Тахометр ИО-30	ВД 21339-83	± 0,5 %
Счетчик для измерения расхода дизельного топлива ИП-179	-	± 0,5 %

Для более точной характеристики растений по каждому из показателей определяли среднюю величину в процентах на 100 растений (см. табл. 4).

Нужно отметить, что показатели размерной характеристики, в соответствии с литературными источниками, способны меняться в зависимости от влажности почвы [12]:

$$W = \bar{n}_{рам} S, \quad (1)$$

где W – густота стояния растений, шт./га;
 $\bar{n}_{рам}$ – среднее значение растений в рамке

(на 1 м²), шт./м²,

$$\bar{n}_{рам} = \frac{\sum X}{n}, \quad (2)$$

$S_{га}$ – площадь 1 га, равная 10 000 м²;
 $\sum X$ – сумма вариантов ряда [5]; n – число наблюдений.

Наблюдениями, проведенными в 2008–2010 гг., было установлено, что в период более засушливого лета 2010 г. на загонах образовывались растения с неестественной величиной изгиба стебля (рис. 7).

Размерно-массовая характеристика стеблестоя подсолнечника

Показатели	Минимальное значение	Средний процент	Среднее значение	Средний процент	Максимальное значение	Средний процент	Точность опыта, %
Количество стеблей на $1 \text{ м}^2 W_{\text{стеб}}$, шт.	6–6,7	6	7–7,7	74	8	20	1,2–1,3
Длина стебля $l_{\text{стеб}}$, мм	1140–1360	16	1370–1590	79	1750–2050	5	1,2–1,4
Высота растений $h_{\text{стеб}}$, мм	1020–1230	11	1240–1460	80	1620–1900	9	1,2–1,5
Высота расположения корзинки $h_{\text{корз}}$, мм	720–780	17	1000–1200	68	1500–1800	15	1,6–2,2
Диаметр корзинки $D_{\text{корз}}$, мм	60–140	15	160–220	73	240–280	12	1,6–2,1
Диаметр стебля у основания корзинки $D_{\text{стеб}}$, мм	18–20	14	20–22	73	22–24	12	2,2–2,6
Диаметр стебля у середины $D_{\text{стеб}}$, мм	22–24	16	25–26	71	27–29	13	1,9–2,4
Диаметр стебля на высоте 40 см от земли $D_{\text{стеб}}$, мм	26–29	10	29–33	76	33–35	14	2,2–2,6
Угол естественного наклона стеблей $\gamma_{\text{стеб}}$, град	1–3	11	6–13	75	14–17	14	2,4–3,5
Угол наклона корзинок к горизонтальной плоскости $\alpha_{\text{корз}}$, град (пониклость)	10–14	18	30–35	62	70–80	20	1,8–2,6
Угол наклона корзинок к вертикальной плоскости $\beta_{\text{корз}}$, град (поворот к рядку)	4–6	10	10–20	77	20–28	13	2,1–2,6
Величина пониклости корзинок $N_{\text{пон}}$, мм	160–260	17	260–480	58	480–720	25	2,5–3,5
Количество семян на 1 м^2 посевов M , шт.	1211–1246	20	1246–1834	60	1834–1960	20	3,2
Масса семян на 1 м^2 посевов m , г	60,6–62,3	20	62,3–91,7	60	91,7–98	20	1,3

Количество растений с неестественной пониклостью (расстояние от земли до корзинки 20–27 см) составило 8,2 %. Неестественная пониклость корзинки объясняется тем, что рост стебля и рост корзинки не совпадают по времени.

Размер корзинки формируется под влиянием условий почти всего вегетационного периода. Во время наибольшего роста корзинки в первые 8–10 дней после отцветания растения (в этот период прирост достигает 1 см/сут.) почва получила хорошую влагозарядку в виде выпавших осадков. Затем в течение целого лета осадков не наблюдалось.

И процесс формирования стебля был неполноценным.

Полученные данные размерно-массовой характеристики растений округляли до 0,1 в сторону ближайшего значения.

Согласно полученным данным (см. табл. 4), средняя биологическая урожайность составила 79 г/м^2 , или 7,9 ц/га. Средневзвешенное значение одной семянки в каждом случае колеблется от 0,048 до 0,052 г и зависит от отношения пустозерных семян в корзинке и полноценных. На пустозерность семян в корзинке в свою очередь влияет влажность почвы [1, 11]. Поэтому в разные годы при





Рис. 7. Неестественная пониклость корзинок в июле засушливого 2010 г.

разных климатических и агротехнических условиях показатель пустозерности будет колебаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушков И.Н., Пашинин С.С., Константинов М.М. Агротехнические показатели валков хлебной массы и способы их формирования // Проектирование и организация эффективного процесса уборки зерновых культур / под ред. М.М. Константинова. – Екатеринбург, 2011. – С. 13–37.

2. Демин Е.Е., Серебряков А.А., Ананьева С.Л. Зависимости мощности двигателя, площади решет и соломотряса зерноуборочных комбайнов // Научная мысль. – 2015. – № 3. – С. 110–113.

3. Константинов М.М., Глушков И.Н. Оценка уровня потери зерна за порционной жаткой, оснащённой устройством для образования стерневых кулис // Известия ОГАУ. – 2016. – № 3 (59). – С. 86–89.

4. Мельников С.В., Алешин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, Ленинград. отд-ние, 1980. – 263 с.

5. Морозов В.К. Подсолнечник в засушливой зоне. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1967. – 185 с.

6. Пат. 2267252 РФ, МПК А 01 D 45/02. Кукурузоуборочный комбайн / Кравченко В.С., Труфляк Е.В., Гаврилюк Д.В.; заявитель и патентообладатель КубГАУ. – № 2004120795/12; заявл. 07.07.2004; опубл. 10.01.2006, Бюл. № 1.

7. Пат. 133757 Российская Федерация,

МПК В02В1/00. Универсальное решето / Демин Е.Е., Старцев А.С., Серебряков А.А. – № 2012157458/13; заявл. 26.12.12; опубл. 27.10.2013. Бюл. № 30. – 1 с.

8. Пат. № 72115 Российская Федерация, МПК А 01 D 34/00. Шнек-мотовило специализированной жатки для уборки подсолнечника / Попов Ю.И., Попов И.Ю., Попов М.Ю., Старцев А.С. – № 2007145819/22; заявл. 10.12.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10. – 3 с.

9. Пат. 2523847 Российская Федерация, МПК А01D34/00 Валковая жатка / Константинов М.М., Пашинин С.С., Глушков И.Н., Кондрашов А.Н. заявл. 04.05.2012; опубл. 27.07.2014, Бюл. № 21.

10. Попов М.Ю. Совершенствование технологического процесса уборки подсолнечника обоснованием конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила: дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 2013. – 299 с.

11. Труфляк Е.В., Кравченко В.С. Упруго-пластичные свойства кукурузного стебля // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 4. – С. 23–26.

12. Труфляк Е.В., Физико-механические свойства кукурузы. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 197 с.

Старцев Александр Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Демин Евгений Евгеньевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Куншин Александр Андреевич, аспирант кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. Россия.

Данилова Анастасия Сергеевна, магистрант, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, Советская, 60.

Тел.: (8452) 22-84-47.

Ключевые слова: шнек-мотовило; физико-механические свойства; стебли подсолнечника; подсолнечник; семянки; лабораторно-полевые опыты.

THE RESULTS OF STUDIES OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF STEMS OF SUNFLOWER

Startsev Aleksander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Processes and Farm Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Demin Evgeny Evgenyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair "Processes and Farm Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kunshin Aleksander Andreevich, Post-graduate Student of the chair "Processes and Farm Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Danilova Anastasiya Sergeevna, Magistrandt, "Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: auger-swift; physical and mechanical properties; stems of sunflowers; sunflower; achene; laboratory and field experiments; seeds.

The technique of research of physical-mechanical properties of sunflower stems is given. It is described the characteristic of the conditions of the research; they are specified instruments used in the field experiments. They are given results of the study.

