

На правах рукописи



Сигнаевский Владимир Дмитриевич

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
СОРТОВ САРАТОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

03.02.01 – ботаника

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Саратов – 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» на кафедре микробиологии и физиологии растений

Научный руководитель: Степанов Сергей Александрович,
доктор биологических наук, профессор

Официальные
оппоненты: Кондратьев Михаил Николаевич,
доктор биологических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», профессор кафедры физиологии растений

Сайфуллин Рим Гильфатуллович, кандидат биологических наук, ст. н. с., ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», зам. директора, руководитель селекционного центра

Ведущая организация: ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов)

Защита состоится 24 декабря в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.243.13 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» по адресу: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83, e-mail: *biosovet@sgu.ru*

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке имени В.А. Артисевич ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Автореферат разослан «...» 2014 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Невский Сергей Александрович

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Изучение продукционного процесса растений на примере одной из ведущих злаковых культур, яровой пшеницы, остаётся актуальной задачей с момента создания в начале XX в. в Саратовской губернии селекционных учреждений. Учитывая, что на Юго-Востоке европейской части России основными лимитирующими факторами урожая являются недостаток влаги в почве, высокая температура и суховеи в период вегетации растений, важно было создание сортов, сочетающих высокую продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды (Ильина, 1989; Васильчук, 2001).

Первоначально большее внимание в исследовании механизмов продукционного процесса растений уделялось фотосинтезу, как ведущему процессу в формировании высоких урожаев (Любименко, 1924, 1935; Ничипорович, 1956). На основе теории фотосинтетической продуктивности удалось установить тесную связь между фотосинтезом и урожаем для многих культур, что позволило определить характер и возможные изменения этих компонент в процессе селекции. Для яровой пшеницы в зоне Юго-Востока России эволюция показателей фотосинтетической деятельности в процессе селекции проявилась в увеличении размеров листьев и продолжительности их жизни, увеличении доли фотосинтетического потенциала в период колошения – спелость, изменении его структуры - повышении роли верхних листьев и соломины (Кумаков, 1954, 1985).

В последующем, по мере накопления экспериментальных данных, получило признание суждение (Мокроносков, 1983; Chapman, Lemaire, 1993), что увеличение биомассы в ходе фотосинтеза возможно только на основе постоянно идущих явлений формообразования на разных уровнях организации растения. Фотосинтез стали рассматривать как необходимый элемент в единой цепи аккумуляции энергии на уровне целого растения (Ничипорович, 1980). Решающий вклад для смены парадигмы внесли селекционно-генетические работы по изменению морфологии растений, созданию сортов интенсивного типа (Кумаков и др., 1990; Trewavas, 1986).

В настоящее время всё большее внимание исследователей привлекают различные аспекты морфогенеза растений, где злаковые культуры остаются ведущими объектами исследования (Митрофанова, 2012; Garvin et al., 2008). Сорта пшеницы в производстве существуют в полевых популяциях, где наблюдаются специфические особенности морфогенеза (Бороевич, 1984). Многообразие реализации морфогенеза у отдельных растений в популяции приводит к формированию в ней нескольких морфофизиологических типов растений, отражающих присущую сортам генетическую и эпигенетическую гетерогенность в пределах единого сортового генофонда (Морозова, 1986, 2013). Для яровой мягкой пшеницы, в этой связи, по-прежнему актуальным является выяснение сортовой специфичности морфогенетических процессов, что и определило цель и задачи работы.

Цель и задачи исследования. Целью работы являлось выявление и оценка морфогенетических характеристик продуктивности яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции. В ходе исследования решались следующие задачи:

1. Провести оценку морфологических и физиологических особенностей развития элементов продуктивности побега пшеницы.
2. Выявить структуру популяций пшеницы исследуемых сортов и специфику сбалансированности развития по элементам продуктивности колоса.
3. Определить морфогенетический потенциал продуктивности сортов яровой пшеницы при различных погодных условиях.

Научная новизна. Впервые проведен сравнительный анализ морфологических и физиологических особенностей развития элементов продуктивности побега яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции, созданных за более чем 100 - летний период. Выявлены особенности структуры популяции пшеницы в агроценозах по элементам продуктивности колоса при различных погодных условиях. Определены варианты сбалансированности развития элементов продуктивности колоса среди сортов пшеницы. Выявлены сорта, отличающиеся сбалансированностью развития по всем трём элементам продуктивности колоса. Впервые рассчитан морфогенетический индекс продуктивности колоса пшеницы сортов саратовской селекции по отдельным его элементам – числу колосков и зерновок колоса, массы зерновок.

Теоретическая и практическая значимость. Установлены особенности морфологии побега и структуры элементов продуктивности колоса в агроценозах популяциях яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции. Представлены варианты распределения побегов пшеницы в агроценозах по классам вариации элементов продуктивности колоса и сбалансированности их развития при различных погодных условиях. Получены оценочные данные по морфогенетическому индексу продуктивности в отношении каждого из элементов продуктивности колоса и величины потенциальной урожайности сортов саратовской селекции. Полученные в результате исследования сведения вносят вклад в изучение морфологии и физиологии одной из важнейших сельскохозяйственных культур, пшеницы, и могут быть использованы для выявления особенностей продукционного процесса растений, а в селекции для прогноза потенциальной продуктивности сортов, степени их адаптации к условиям вегетации.

Результаты исследований использованы при выполнении НИР «Исследование влияния биотических и абиотических факторов на структуру и функционирование экосистем и популяций» и «Изучение адаптаций живых систем к воздействию переменных факторов живой среды» в Саратовском государственном университете. Материалы исследования внедрены в учебный процесс и широко используются на лекциях и практических занятиях по анатомии и физиологии растений, а также при проведении лабораторных практикумов, вы-

полнении курсовых и дипломных работ в Саратовском государственном университете.

Апробация работы. Основные результаты исследований представлены на: Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.И.Вавилова (Саратов, 2012); Всероссийской с международным участием научной конференции «Актуальные проблемы экологии и физиологии живых организмов» (Саранск, 2013); научных конференциях Саратовского государственного университета (2012 - 2014).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ.

Декларация личного участия автора. Автор лично провел полевые и лабораторные эксперименты, осуществил сбор объектов, провел морфометрические и физиологические исследования. Обработка полученных данных и их интерпретация проведены автором самостоятельно. В совместных публикациях вклад автора составил 60 – 80%.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 247 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 5 глав, выводов, приложения и списка иллюстративного материала. Список цитированной литературы включает 237 источников, из них 25 иностранных авторов. Работа содержит 28 таблиц, 158 рисунков.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Наблюдаются различные тенденции в развитии структуры побега и элементов продуктивности колоса у сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции.

2. В агроценотических популяциях яровой мягкой пшеницы отмечается сортовая специфичность в распределении растений по классам вариации элементов продуктивности колоса и сбалансированности их развития.

3. Морфогенетический индекс каждого из элементов продуктивности колоса пшеницы определяется генотипом сорта и условиями вегетации растений.

Содержание работы

Во введении дается краткая характеристика объекта и предмета исследования, формулируются цель и задачи, основные положения, выносимые на защиту, определяется актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Глава 1. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (обзор литературы)

На основе анализа отечественной и зарубежной литературы в главе рассматриваются история селекции яровой мягкой пшеницы в Поволжье, морфо-

логические и физиологические исследования пшеницы с момента создания селекционных центров в Саратовской губернии, морфогенетические особенности продукционного процесса яровой мягкой пшеницы, физиологические механизмы его регуляции. Показана перспективность анализа коррелятивных отношений между органами растения в процессе формирования урожая.

Глава 2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений биологического факультета СГУ и в лаборатории физиологии растений НИИСХ Юго-Востока в период с 2011 по 2014 гг.

В качестве объекта исследования были взяты 33 сорта мягкой яровой пшеницы: Полтавка, Лютесценс 62, Эритроспермум 841, Саррубра, Эритроспермум 82/02, Альбидум 43, Саратовская 29, Саратовская 36, Саратовская 42, Саратовская 52, Ершовская 32, Саратовская 55, Саратовская 56, Саратовская 58, Альбидум 28, Саратовская 60, Альбидум 29, Альбидум 31, Прохоровка, Саратовская 62, Саратовская 64, Саратовская 66, ЮВ 2, Саратовская 68, Саратовская 70, Добрыня, ЮВ 4, Саратовская 71, Саратовская 72, Фаворит, Саратовская 73, Альбидум 32, Саратовская 74.

Основные наблюдения и учеты проводились в полевых мелкоделяночных опытах на полях пристанционного селекционного севооборота НИИСХ Юго-Востока, повторность опытов трёхкратная. Посев производился ручным аппаратом конструкции Одесского селекционно-генетического института семенами, взятыми из средней части колоса. Норма высева 400 семян на 1 м², принятая в производственных посевах в Саратовской области. Обработка полей полностью соответствовала агротехническим требованиям, предъявляемым в зоне для возделывания яровой пшеницы.

Для проведения структурного анализа продуктивности сортов пшеницы в конце вегетации брали по 30 растений из каждой из трёх повторностей, которые затем объединяли в группу из 90 растений и методом случайной выборки отбирали из неё для анализа 30 растений. Длину стебля, колоса определяли с помощью линейки. Массу стебля, колоса, боковых побегов определяли с помощью аналитических весов DL - 300. Учитывалась также число колосков, число зерен в колосках, масса одного зерна (Морозова, 1983; Васильчук и др., 2000).

Построение и анализ вариационных кривых элементов продуктивности колоса осуществляли по методике З.А.Морозовой (1983). Для исследуемой группы сортов по каждому из элементов продуктивности определялся размах вариации и при условно принятом числе классов, равном шести, рассчитывался единый лимит величины признака в каждом из классов, формально отражающим интенсивность процессов формообразования.

Определение величины $K_{хоз}$ (коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза) осуществляли по Кумакову В.А. (1985). Для этого определялся

биологический урожай ($У_{\text{биол.}}$) как массы сухой надземной части побега, затем рассчитывали долю зерна в $У_{\text{биол.}}$. Для расчёта МИП применялась (Степанов и др., 2012) следующая формула:

$$\text{МИП} = (n_1 \times k_1 + n_2 \times k_2 \dots + n_6 \times k_6) / n_1 + n_2 \dots + n_6, \text{ где}$$

n – число растений соответствующего класса вариационного ряда элемента продуктивности побега,

k – класс вариационного ряда.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Н.Л. Удольской (1976) и Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

Глава 3. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОБЕГА ПШЕНИЦЫ СОРТОВ САРАТОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Число боковых побегов, как показали наши исследования, существенно варьирует по годам вегетации среди сортов саратовской селекции: в 2011 г. от 1,63 (Саратовская 55) до 3,43 (Саррубра) шт. на 1 растение; в условиях 2012 г. от 0,37 (Прохоровка) до 1,8 (Полтавка) шт.; в условиях 2013 г. от 1,00 (Добрыня, ЮВ-2, Ершовская 32) до 1,87 (Саратовская 73) шт. Стародавним сортам яровой мягкой пшеницы саратовской селекции присуще, как правило, большее число боковых побегов кущения. Однако, значительное их развитие наблюдается и у сортов, полученных позднее, включая новые сорта. Большая часть из боковых побегов являются непродуктивными.

Среди исследуемых сортов пшеницы саратовской селекции длина стебля существенно изменяется по годам вегетации: 2011 г. - от 500 (Саратовская 52) до 763 (Альбидум 31) мм; 2012 г. – от 368 (Прохоровка) до 556 (Саррубра) мм; 2013 г. – от 338 (Прохоровка) до 529 (Саратовская 68) мм. Меньшая длина стебля свойственна следующим сортам: Эритроспермум 841, Саратовская 52, Ершовская 32, Саратовская 56, Прохоровка, ЮВ-2, Саратовская 62, Саратовская 72, ЮВ-4. Однако для большей части сортов (24 из 33-х) свойственен удлиненный стебель, являясь резервом пластических веществ в засуху. Основные различия сортов по длине стебля связаны с отличиями по длине верхних 2-х междоузлий. В ряду сортов от Полтавки до Саратовской 74 отмечено возрастание длины стебля. Положительный тренд длины стебля составляет $y = 0,660x + 663,7$.

Длина колоса существенно варьирует по годам вегетации: 2011 г. - от 64 (Полтавка) до 89 (Прохоровка) мм; 2012 г. – от 58 (Саратовская 56) до 80 (Прохоровка) мм; 2013 г. – от 68 (Саратовская 29, Саратовская 36) до 87 (Саратовская 73) мм. Короткий колос (66 – 69 мм), в среднем за 3 года изучения, свойственен сортам: Саратовская 29, Саратовская 36, Саратовская 55, Саратовская 56, Саратовская 66, Саратовская 70, Добрыня, Саратовская 72, Саратовская 74.

Длинный колос (77 – 83 мм) наблюдался у 7-и из 33-х сортов, преимущественно новых: Саратовская 60, Прохоровка, Альбидум 31, ЮВ-4, Саратовская 71, Фаворит, Альбидум 32.

Среди сортов пшеницы саратовской селекции большая часть, 24 сорта из 33-х, имели колос, доля которого составляла от 10,7 до 13,1% от длины побега. Только 9 сортов из 33-х имели колос, доля которого достигала от 13,2 до 16,8%; к таким выдающимся по этому признаку сортам были отнесены Эритроспермум 841, Саратовская 52, Ершовская 32, Саратовская 64, Прохоровка, ЮВ-2, ЮВ-4, Фаворит, Альбидум 32. В ряду сортов от Полтавки до Саратовской 74 выявлена тенденция возрастания доли колоса в % от длины стебля. Величина тренда составляет $y = 0,016x + 14,20$.

Число колосков в колосе пшеницы сортов саратовской селекции варьировало в зависимости от года вегетации: в 2011 г. – от 11,53 (Саратовская 56, Альбидум 31) до 15,8 (Прохоровка) шт.; в 2012 г. – от 9,87 (Саратовская 56) до 15,43 (Прохоровка) шт.; в 2013 г. – от 11,83 (Саратовская 56) до 18,83 (Альбидум 32) шт. Размах вариации между средними значениями числа колосков в разные годы вегетации достигал от 0,7 (Эритроспермум 841) до 6,9 (Саррубра) шт. (табл. 1).

Таблица 1 - Число колосков колоса яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции, шт.

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	11,83±0,24	12,27±0,37	13,00±0,39	12,37	1,17
Эритроспермум 841	11,73±0,23	12,13±0,36	12,43±0,37	12,10	0,70
Саррубра	11,70±0,23	10,87±0,22	17,77±0,89	13,45	6,90
Саратовская 29	12,40±0,37	11,73±0,23	13,33±0,40	12,49	1,60
Саратовская 56	11,53±0,23	9,87±0,20	11,83±0,24	11,08	1,96
Альбидум 31	11,53±0,23	10,77±0,22	13,73±0,41	12,01	2,96
Прохоровка	15,80±0,63	15,43±0,62	16,43±0,66	15,89	1,00
Добрыня	12,50±0,38	11,47±0,23	14,37±0,57	12,78	2,90
Фаворит	13,57±0,41	13,03±0,39	15,67±0,63	14,09	2,64
Альбидум 32	13,37±0,40	12,07±0,24	18,83±0,94	14,76	6,76
НСР _{0,95}	0,39	0,27	0,46		

В ряду сортов от Полтавки к Саратовской 74 нами выявлена тенденция возрастания числа колосков. Величина тренда по данному элементу продуктивности составляет $y = 0,052x + 13,14$. Большим числом колосков колоса отличались следующие сорта пшеницы саратовской селекции: Саррубра, Эритроспермум 82/02, Саратовская 60, Прохоровка, Саратовская 68, ЮВ-4, Саратовская 71, Фаворит, Саратовская 73, Альбидум 32.

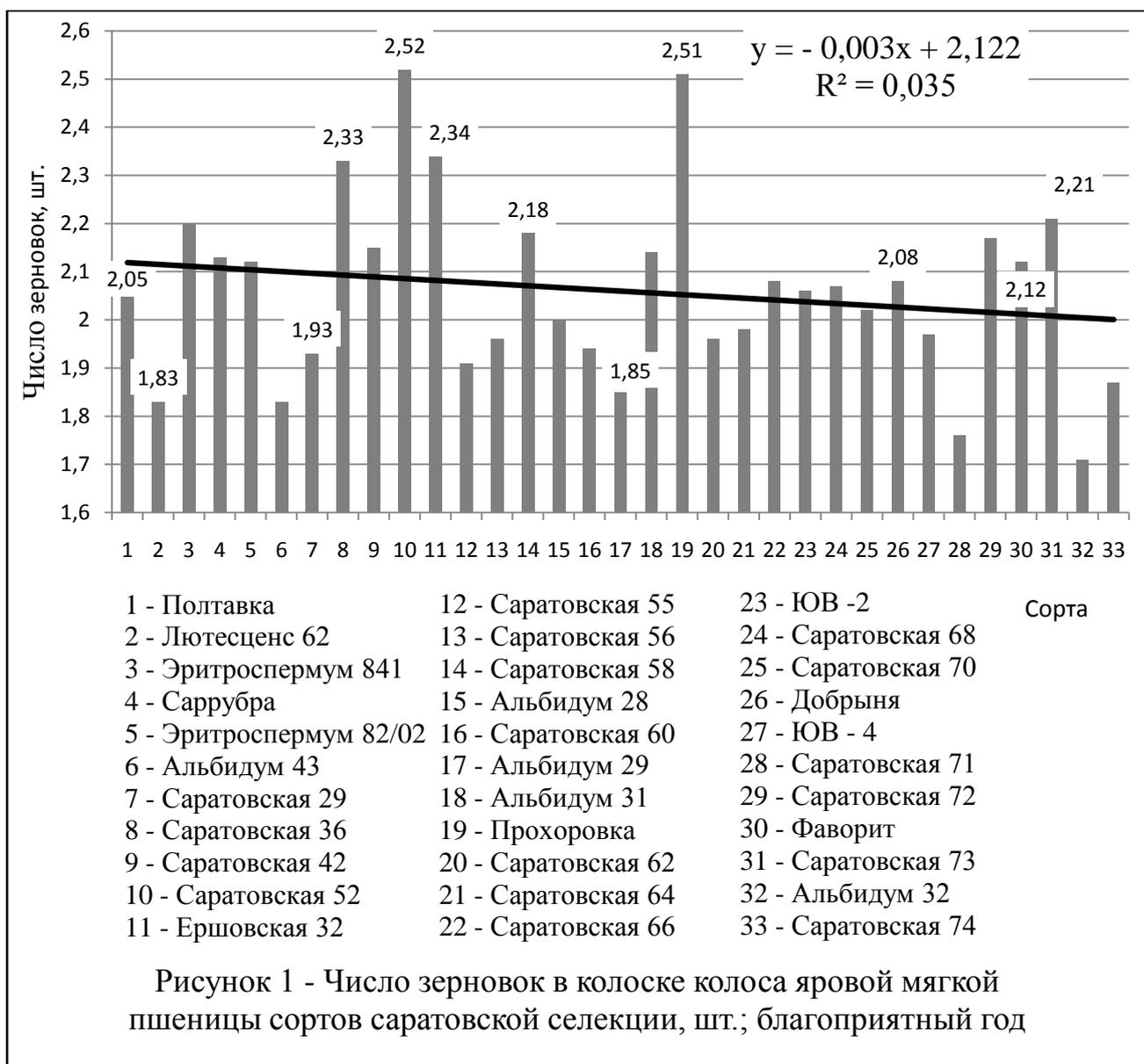
Выявлены существенные сортовые различия по числу неозерненных колосков в разные годы вегетации: в 2011 г. – от 3,0 (Альбидум 31) до 13,0 (Саратовская 64)%; в 2012 г. – от 2,0 (Саратовская 36) до 14 (Саратовская 71)%; в 2013 г. – от 8 (Саратовская 70) до 54 (Саратовская 66)%. Наблюдаемое свойство является следствием условий роста и развития пшеницы в период цветения и формирования зерновок.

Число зерновок в колосе яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции также существенно варьировало по годам вегетации: в 2011 г. – от 16,93 (Полтавка) до 31,63 (Прохоровка) шт.; в 2012 г. – от 19,37 (Саратовская 56) до 38,8 (Прохоровка) шт.; в 2013 г. – от 15,32 (Саратовская 56) до 35,1 (Саратовская 52) шт. Размах вариации между средними значениями числа зерновок в колосе в разные годы достигал от 0,8 (Саратовская 68) до 16,24 (Прохоровка) шт. (табл. 2). В ряду сортов от Полтавки до Саратовской 74 отмечен незначительный тренд ($y = 0,024x + 25,71$) увеличения числа зерновок в колосе.

Таблица 2 - Число зерновок в колосе яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции, шт.

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	16,93±0,34	20,97±0,63	26,63±1,07	21,51	9,70
Саратовская 29	22,50±0,68	22,67±0,68	20,93±0,63	22,03	1,74
Саратовская 52	31,37±1,25	22,70±0,68	35,10±1,76	29,72	12,40
Саратовская 56	21,93±0,66	19,37±0,58	15,32±0,31	18,87	6,61
Альбидум 31	23,53±0,71	23,03±0,69	12,33±0,25	19,63	11,20
Прохоровка	31,63±1,27	38,80±1,94	22,56±0,68	31,00	16,24
Саратовская 68	25,90±1,04	26,70±1,07	26,27±1,05	26,29	0,80
Добрыня	22,03±0,66	23,90±0,72	27,66±1,11	24,53	5,63
Фаворит	23,93±0,72	27,63±1,11	25,39±0,76	25,65	3,70
Саратовская 73	23,93±0,72	21,03±0,63	32,67±1,63	25,88	11,64
НСР _{0,95}	0,74	0,70	0,82		

Число зерновок в колоске по годам вегетации достигало: в 2011 г. – от 1,43 (Полтавка) до 2,38 (Саратовская 52) шт.; в 2012 г. – от 1,71 (Полтавка и Альбидум 32) до 2,51 (Прохоровка) шт.; в 2013 г. – от 0,9 (Альбидум 31) до 2,52 (Саратовская 52) шт. Размах варьирования между средними значениями числа колосков колоса в разные годы составлял от 0,01 (Альбидум 29) до 1,24 (Альбидум 31) шт. В ряду от Полтавки к Саратовской 74 нами выявлена отрицательная тенденция по числу зерновок в колоске, на что следует обратить внимание в селекционной работе. Величина тренда составляет $y = - 0,003x + 2,122$ (рис. 1).



Как показали проведенные исследования, масса зерновки также существенно варьировала по годам вегетации: в 2011 г. – от 24,0 (Полтавка) до 36,0 (Саратовская 62, Саратовская 70 и Альбидум 31) мг; в 2012 г. – от 28,0 (Прохоровка) до 39,0 (Саратовская 73) мг; в 2013 г. – от 23,0 (Саратовская 66) до 35,0 (Саратовская 73 и Альбидум 31) мг (табл. 3).

Размах вариации между средними значениями массы зерновок в разные годы достигает от 1,0 (Альбидум 31) до 8,0 (Саратовская 58, Саратовская 62, Саратовская 66, Саратовская 68) мг (табл. 3). В ряду сортов от Полтавки к Саратовской 74 наблюдается хорошо выраженная тенденция возрастания массы зерновки. Величина тренда составила $y = 0,098x + 31,36$.

Величина $K_{\text{хоз}}$ для сортов пшеницы саратовской селекции по годам вегетации составляла: в 2011 г. – от 35,2 (Полтавка) до 45,2 (Саратовская 72)%; в 2012 г. – от 36,9 (Полтавка) до 49,8 (Прохоровка)%; в 2013 г. – от 18,6 (ЮВ-2)

до 37,2 (Саратовская 52)%. Размах вариации между средними значениями $K_{хоз}$ в разные годы достигал от 4,2 (Полтавка) до 22,9 (Саратовская 56, Альбидум 31)%. В ряду сортов от Полтавки до Саратовской 74 наблюдается устойчивая положительная тенденция по величине $K_{хоз}$. Величина тренда составила $y = 0,111 + 41,37x$. Максимальные значения $K_{хоз}$ в отдельные годы отмечены у сортов Прохоровка, Альбидум 28, Саратовская 72, Альбидум 32 – от 47,8 до 49,8 %.

Таблица 3 - Масса зерновки яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции, мг

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	24±0,5	28±0,6	27±0,8	26	4
Саратовская 58	32±1,3	34±1,4	26±0,8	31	8
Альбидум 31	36±1,8	36±1,4	35±1,7	36	1
Прохоровка	25±0,5	28±0,6	27±0,8	27	3
Саратовская 66	30±1,2	31±0,6	23±0,5	28	8
Саратовская 68	30±1,2	33±1,0	25±0,5	30	8
Саратовская 70	36±1,8	32±0,9	31±1,2	33	5
Добрыня	30±0,9	33±1,0	26±0,8	30	6
Фаворит	28±0,8	30±0,6	25±0,5	28	6
Саратовская 73	34±1,7	39±1,9	35±1,8	36	5
НСР _{0,95}	1,3	1,2	1,1		

Глава 4. СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТОВ САРАТОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА

Условия вегетации существенно сказываются на структуре популяции пшеницы в агроценозах по классам вариации элементов продуктивности колоса: числа колосков и зерновок колоса, массы зерновок.

Изучение распределения растений в агропопуляции пшеницы сортов саратовской селекции по числу колосков в течение 3-х лет вегетации позволило выявить: 1) число классов вариации по количеству колосков колоса в агроценозе составляет от 2 до 6; 2) доминирующими классами вариации в хороший год являются 3-ий и 4-ый, в плохой - 2-ой и 3-ий классы; 3) некоторые сорта обладают свойством иметь большее число классов вариации в агроценозе; 4) отдельные сорта отличаются высокими значениями доминирующих классов вариации по числу колосков колоса (рис. 2).

В структуре популяции пшеницы сортов саратовской селекции по числу зерновок колоса наблюдалось: 1) число классов вариации по количеству зерновок колоса в агроценозе составляет от 2 до 6; 2) доминирующими классами вариации являются 2-ий и 3-ий классы, составляя в отдельные годы 94% от всех сортов; 3) некоторые сорта обладают свойством иметь большее число классов вариации в агроценозе; 4) отдельные сорта (Прохоровка, Саратовская 52) отличаются более высокими значениями доминирующих классов вариации по числу зерновок колоса.

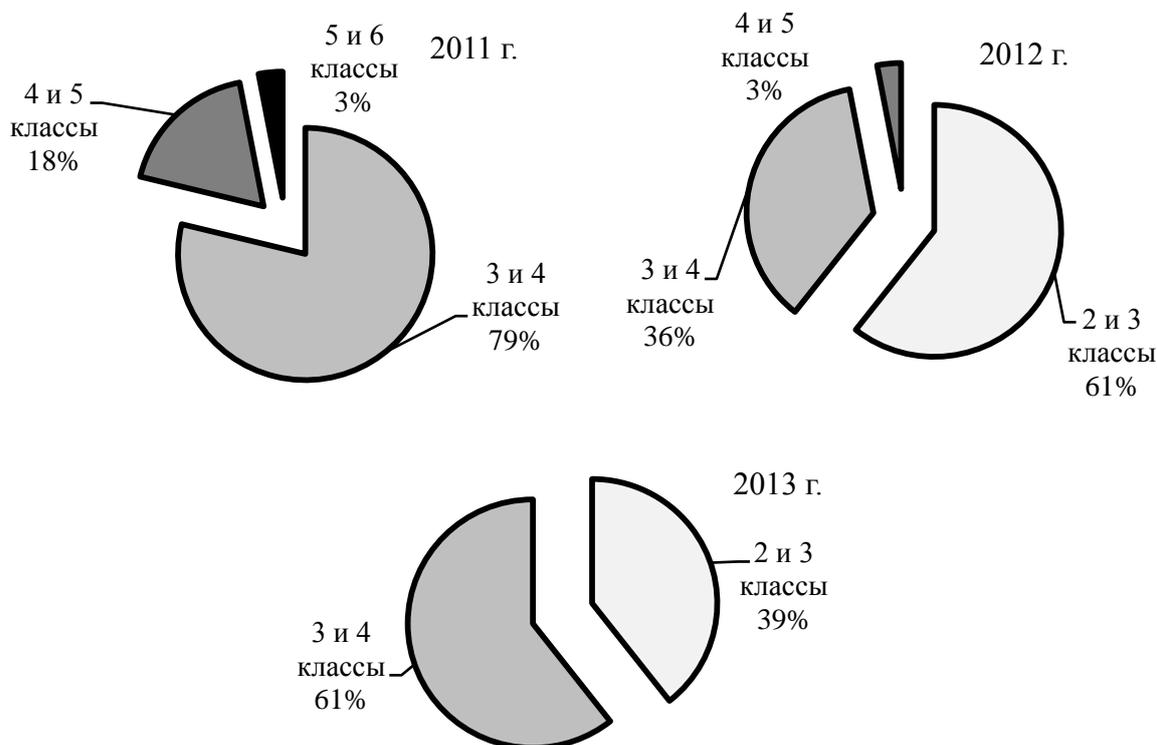


Рисунок 2 – Доля сортов пшеницы по доминирующим классам вариации числа колосков колоса в 2011 – 2013 гг.,%

В структуре популяции пшеницы сортов саратовской селекции по массе зерновок колоса выявлено: 1) число классов вариации по массе зерновок колоса в агроценозе составляет от 2 до 6; 2) доминирующими классами вариации являются 3-ий и 4-ый, в отдельные годы - 2-ой и 3-ий классы; 3) некоторые сорта обладают свойством иметь большее число классов вариации по массе зерновок колоса в агроценозе; 4) отдельные сорта отличаются высокими значениями доминирующих классов вариации по массе зерновок колоса.

Таким образом, более благоприятные погодные условия повышают число растений, относимых к более высоким классам вариации по элементам продуктивности колоса. Некоторые сорта яровой мягкой пшеницы саратовской селекции отличаются стабильным проявлением следующих признаков развития растений в агроценозе: число классов вариации растений по отдельным элементам продуктивности колоса, значение доминирующего класса.

Анализ сбалансированности развития элементов продуктивности колоса в агроценологических популяциях исследуемых сортов яровой мягкой пшеницы показал, что только некоторые сорта являются сбалансированными по всем 3-м элементам продуктивности колоса. В частности, по результатам вегетации 2011 г. к сбалансированным сортам по всем 3-м элементам нами были отнесены стародавние сорта Лютесценс 62 и Альбидум 43, а также сорта, полученные позднее – Саратовская 55, Саратовская 56, Саратовская 58, Саратовская 62, Саратовская 66, Добрыня (рис.3) и Саратовская 73. Не сбалансированными являлись 4 сорта: Саратовская 52, Ершовская 32, ЮВ – 4 (рис.4) и Фаворит (табл. 4).

Таблица 4 - Варианты развития элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы в периоды вегетации 2011 - 2013 гг.

Варианты развития элементов продуктивности колоса	Сорта яровой мягкой пшеницы		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Сбалансировано число колосков и зерновок, масса зерновки	Добрыня Лютесценс 62 Саратовская 55 Саратовская 66 Альбидум 43 Саратовская 56 Саратовская 58 Саратовская 62 Саратовская 73	Добрыня Лютесценс 62 Эритроспермум 841 Саратовская 66 Саратовская 29 Саратовская 42 Саратовская 52 ЮВ-2 Фаворит	Добрыня Саррубра Саратовская 55 Эритроспермум 82/02 Саратовская 64 Саратовская 68 Саратовская 70
Не сбалансировано число колосков и зерновок, масса зерновки	ЮВ - 4 Ершовская 32 Саратовская 52 Фаворит	ЮВ - 4 Саратовская 55 Альбидум 31 Саратовская 58 Саратовская 73 Саратовская 74 Саратовская 62 Саратовская 64 Саратовская 70 Саратовская 71 Альбидум 32	ЮВ - 4 Ершовская 32 Альбидум 31 Саратовская 58 Саратовская 73 Саратовская 74 Саратовская 29 Саратовская 56 Саратовская 72

В условиях вегетации 2012 г. к сбалансированным сортам по всем 3-м элементам продуктивности колоса нами были отнесены стародавние сорта Лютесценс 62 и Эритроспермум 841, а также сорта полученные позднее –

Саратовская 29, Саратовская 42, Саратовская 52, Саратовская 66, ЮВ – 2, Добрыня и сорт - стандарт Фаворит. Не сбалансированными по элементам продуктивности колоса являлись 11 сортов: Саратовская 55, Саратовская 58, Альбидум 31, Саратовская 62, Саратовская 64, Саратовская 70, ЮВ - 4, Саратовская 71, Саратовская 73, Альбидум 32 и Саратовская 74.

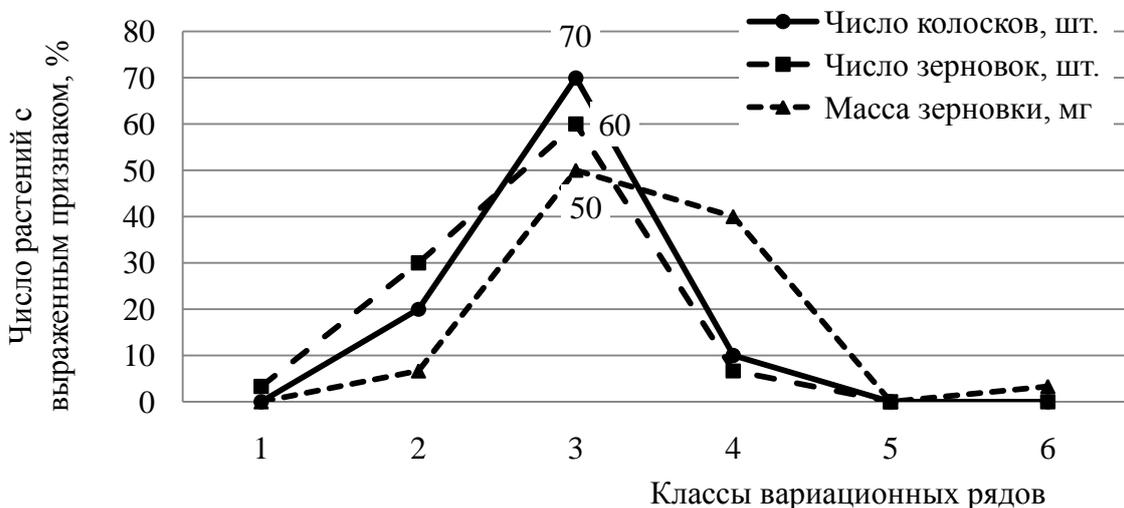


Рисунок 3 - Вариационные кривые элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы Добрыня, 2012 г.

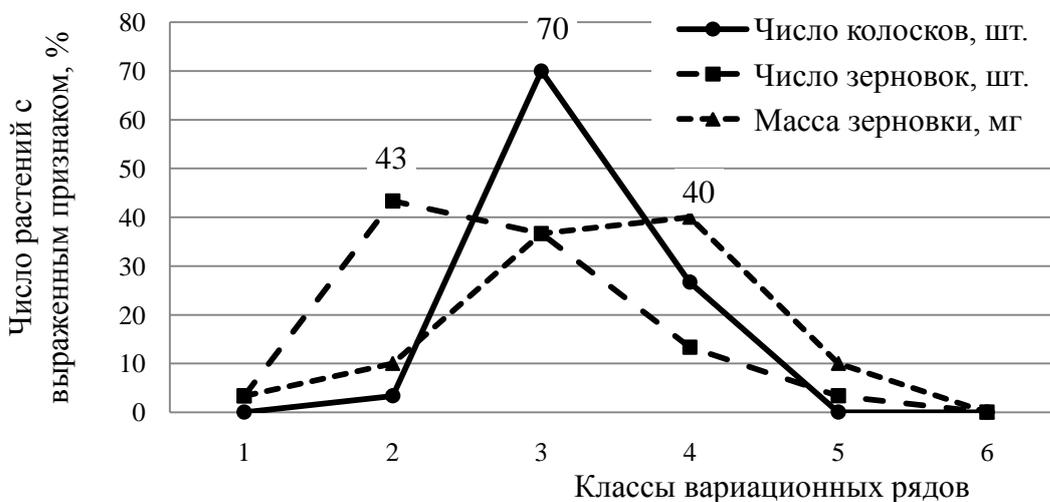


Рисунок 4 - Вариационные кривые элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы ЮВ - 4, 2012 г.

К сортам, сбалансированным по всем 3-м элементам продуктивности колоса в условиях вегетации 2013 года, нами были отнесены стародавние сорта Саррубра и Эритроспермум 82/02, а также сорта, полученные позднее – Саратовская 55, Саратовская 64, Саратовская 68, Саратовская 70, Добрыня. Не сбалансированными по элементам продуктивности колоса являлись 9 сортов из

33-х: Саратовская 29, Ершовская 32, Саратовская 56, Саратовская 58, Альбидум 31, ЮВ - 4, Саратовская 72, Саратовская 73 и Саратовская 74 (табл. 4).

Как следует из результатов исследования сбалансированности развития элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции, только 4 сорта из 33-х можно отнести к сортам, стабильно проявляющим по годам вегетации признак сбалансированности всех 3-х элементов продуктивности колоса – Лютесценс 62, Саратовская 55, Саратовская 66 и Добрыня (рис. 3). Последние три сорта можно рекомендовать для скрещивания с другими сортами и линиями пшеницы с целью получения высокоурожайных сортов, отличающихся хорошей адаптацией к условиям выращивания.

К сортам, отличающимся устойчивой несбалансированностью развития всех 3-х элементов продуктивности колоса, нами были отнесены: Ершовская 32, Саратовская 58, Альбидум 31, ЮВ – 4, Саратовская 73 и Саратовская 74 (табл. 4).

Глава 5. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Как показали наши исследования, морфогенетический индекс продуктивности (МИП) по числу колосков колоса за анализируемые периоды вегетации растений составлял от 2,23 (Саратовская 56) до 5,13 (Прохоровка). У одного и того же сорта по годам вегетации растений может отмечаться варьирование МИП по числу колосков колоса. Наименьшим размахом вариации МИП отличаются преимущественно стародавние сорта, большим - сорта с хорошо выраженной засухоустойчивостью (Альбидум 28) или же высокой продуктивностью (Саратовская 52, Прохоровка, ЮВ – 4). Остальным, изученным нами сортам были свойственны промежуточные значения размаха вариации МИП числа колосков – 0,53 – 1,01 (табл. 5).

Таблица 5 - Морфогенетический индекс продуктивности по числу колосков колоса яровой мягкой пшеницы

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	3,23	3,07	2,87	3,06	0,36
Саратовская 52	3,83	2,83	3,1	3,25	1
Саратовская 56	3,03	2,23	2,6	2,62	0,8
Альбидум 28	4,2	2,7	3,1	3,33	1,5
Альбидум 31	2,9	2,5	3,03	2,81	0,53
Прохоровка	5,13	4,1	3,73	4,32	1,4
Добрыня	3,47	2,9	3,1	3,16	0,57
ЮВ-4	4,73	3,23	3,5	3,82	1,5
Фаворит	4,1	3,3	3,5	3,63	0,8
Саратовская 73	3,7	3,07	3,4	3,39	0,63

Большие значения МИП по числу колосков колоса выявлены у сортов: Прохоровка (4,32), ЮВ - 4 (3,82), Фаворит (3,63), Эритроспермум 82/02 (3,59), Саратовская 60 (3,58), Саратовская 68 (3,41), Саратовская 73 (3,39), Ершовская 32 – 3,36. Отмечен незначительный положительный тренд МИП числа колосков колоса для сортов саратовской селекции от Полтавки до Саратовской 74 ($y = 0,016x + 3,324$).

МИП по числу зерновок колоса за изученные периоды вегетации достигал от 1,63 (Альбидум 31) до 4,33 (Прохоровка). По годам вегетации может наблюдаться варьирование МИП в отношении каждого из сортов (табл. 6). Меньшим размахом вариации МИП по числу зерновок отличаются как стародавние, так и сравнительно новые сорта, большим размахом - сорта с высокой устойчивостью к засухе или же высокой продуктивностью.

Большие значения МИП по числу зерновок колоса наблюдались у сортов: Прохоровка (3,64), Саратовская 52 (3,44), Эритроспермум 82/02 (3,22), Саратовская 68 (3,12). Нами выявлен незначительный положительный тренд МИП числа зерновок колоса для сортов саратовской селекции – $y = 0,009x + 3,038$.

Таблица 6 - Морфогенетический индекс продуктивности по числу зерновок колоса яровой мягкой пшеницы

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	2,37	2,2	2,7	2,42	0,5
Саррубра	2,63	2,53	2,57	2,58	0,1
Эритроспермум 82/02	3,27	3,2	3,2	3,22	0,27
Саратовская 52	4,3	2,5	3,53	3,44	1,8
Саратовская 56	2,9	2,3	1,82	2,34	1,08
Альбидум 31	3,27	2,93	1,63	2,61	1,64
Прохоровка	4,33	4,1	2,5	3,64	1,83
Добрыня	3,1	2,7	2,83	2,88	0,4
Фаворит	3,33	2,9	2,7	2,98	0,63
Альбидум 32	3,1	2,2	2,37	2,56	0,9

Морфогенетический индекс продуктивности по массе зерновок в периоды вегетации яровой мягкой пшеницы в 2011 - 2013 гг. составлял от 2,1 (Полтавка) до 4,17 (Саратовская 73), и так же, как первые два параметра МИП, варьировал у одного и того же сорта по годам вегетации (табл. 7). Меньшим размахом вариации МИП по массе зерновок отличаются как стародавние сорта, обладающие исключительной засухоустойчивостью (Эритроспермум 841), так и новые сорта – Саратовская 74. Большой размах вариации МИП по массе зерновок свойственен также как стародавним сортам (например, Полтавка), так и сортам, полученным позднее, отличающимся, как правило, высокой продуктивностью.

Некоторым изученным нами сортам были свойственны промежуточные значения размаха вариации МИП между указанными ранее.

Большие значения МИП по массе зерновок колоса отмечены у сортов: Альбидум 31 (3,85), Саратовская 73 (3,81), Саратовская 71 (3,65), Альбидум 32 (3,58), Саратовская 64 и Саратовская 70 (3,53), Саратовская 72 (3,5). Нами выявлена тенденция возрастания МИП массы зерновок колоса для сортов саратовской селекции от Полтавки до Саратовской 74 ($y = 0,007x + 3,454$).

Таблица 7 - Морфогенетический индекс продуктивности по массе зерновки яровой мягкой пшеницы

Сорта	Годы вегетации			Средний показатель	Размах вариации
	2011	2012	2013		
Полтавка	2,1	2,87	3,37	2,78	1,27
Эритроспермум 841	2,9	3,23	3,12	3,08	0,33
Саратовская 52	2,8	3,43	4	3,41	1,2
Альбидум 31	3,73	3,83	4	3,85	0,27
Прохоровка	2,27	2,93	3,4	2,87	1,13
Саратовская 66	2,93	3,17	2,85	2,98	0,32
Добрыня	2,8	3,43	3,34	3,19	0,63
Саратовская 71	3,23	3,63	4,1	3,65	0,87
Фаворит	2,47	3,13	3,1	2,9	0,66
Саратовская 73	3,23	4,17	4,03	3,81	0,94

Применение уравнения расчёта МИП по элементам продуктивности колоса позволило определить потенциальную урожайность сортов при благоприятных условиях вегетации. При максимальном значении МИП, равным 6 по числу и массе зерновок, потенциальная урожайность яровой мягкой пшеницы некоторых сортов саратовской селекции может достигать 7,49 т/га - Прохоровка, Саратовская 73. Высокой потенциальной урожайностью (более 6,2 т/га) обладают сорта: Эритроспермум 841, Эритроспермум 82/02, Саратовская 36, Саратовская 42, Саратовская 52, Саратовская 60, Саратовская 62, Саратовская 68, Саратовская 70, ЮВ - 4, Саратовская 72, Фаворит.

ВЫВОДЫ

1. Общее число боковых побегов среди сортов саратовской селекции составляет от 0,37 до 3,43 шт. Стародавним сортам яровой мягкой пшеницы саратовской селекции присуще, как правило, большее число боковых побегов кущения. Длина стебля достигает от 338 до 763 мм, но большая часть сортов, 24 из 33-х, имеют удлиненный стебель. Длина колоса варьирует от 58 до 89 мм,

доля колоса от длины побега - от 8,7 до 19,4 %. У большей части сортов доля колоса составляет от 10,7 до 13,1% от длины побега.

2. Среди сортов саратовской селекции яровой мягкой пшеницы выявлены особенности в развитии элементов продуктивности колоса: числу колосков - от 9,87 до 18,83 шт.; числу зерновок - от 15,32 до 38,8 шт.; по массе зерновок - от 23,0 до 39,0 мг. В ряду сортов от Полтавки к Саратовской 74 наблюдаются: незначительный тренд возрастания числа колосков и зерновок в колосе; отрицательный тренд по числу зерновок в колоске; хорошо выраженный тренд возрастания массы зерновки.

3. Величина $K_{\text{хоз}}$ по годам вегетации растений существенно варьирует, составляя от 18,6 до 49,8%. В ряду сортов от Полтавки до Саратовской 74 наблюдается незначительный положительный тренд по величине $K_{\text{хоз}}$.

4. В агроценотической популяции сортов саратовской селекции количество классов вариации по элементам продуктивности колоса (числа колосков и зерновок, их массы) составляет от 2 до 6. Доминирующими классами вариации являются: по числу колосков колоса - в хороший год 3-ий и 4-ый, в плохой - 2-ой и 3-ий классы; по числу зерновок - 2-ий и 3-ый классы, в отдельные годы составляя 94% от всех сортов; по массе зерновок - 3-ий и 4-ый классы, в отдельные годы - 2-ой и 3-ий классы вариации.

5. Некоторые сорта саратовской селекции обладают свойством иметь большее количество классов вариации в агроценозе или же отличаются высокими значениями доминирующих классов вариации: по числу колосков и зерновок колоса, массы зерновки.

6. Большинству сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции свойственна несбалансированность развития элементов продуктивности колоса – числа колосков и зерновок, массы зерновок. Только в отдельные годы вегетации растений сбалансированность развития элементов продуктивности колоса наблюдалась у сортов: Саррубра, Эритроспермум 841, Эритроспермум 82/02, Альбидум 43, Саратовская 29, Саратовская 42, Саратовская 56, Саратовская 58, Саратовская 62, Саратовская 64, Саратовская 68, Фаворит, ЮВ-2. Устойчивая сбалансированность развития элементов продуктивности колоса наблюдается только у 4-х сортов: Лютесценс 62, Саратовская 55, Саратовская 66 и Добрыня.

7. Морфогенетический индекс по развитию элементов продуктивности колоса среди сортов саратовской селекции составляет: по числу колосков колоса - от 2,23 до 5,13; по числу зерновок колоса - от 1,63 до 4,33; по массе зерновок - от 2,1 до 4,17. В разные годы вегетации растений его величина может варьировать. Наблюдается положительный тренд морфогенетического индекса продуктивности по массе зерновок колоса.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

* - публикации в печатных изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ

1. Сигнаевский В.Д., Ильин Н.С. Развитие элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции // Исследования молодых ученых и студентов в биологии: сб. научных трудов. Вып. 10. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2012. С. 106 – 109.

2. Степанов С.А., Сигнаевский В.Д., Касаткин М.Ю. Морфогенетический индекс продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции // Вавиловские чтения -2012: материалы межд. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.И.Вавилова. Саратов: ИЦ Наука, 2012. С. 205 – 207.

3.* Степанов С.А., Сигнаевский В.Д., Касаткин М.Ю., Ивлева М.В. Формирование элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология, вып. 1. 2013. Т. 13. С. 65 – 69.

4. Степанов С.А., Сигнаевский В.Д., Ивлева М.В., Тимирова С.И. Морфолого - анатомические аспекты развития междоузлий и узлов фитомеров побега пшеницы // Бюллетень Бот. сада СГУ. Вып.11. Саратов: «Изд-во Саратовского университета», 2013 г. С. 227 – 235.

5. Ильин Н.С., Сигнаевский В.Д., Степанов С.А. Развитие проростков мягкой яровой пшеницы сортов саратовской селекции // Актуальные проблемы экологии и физиологии живых организмов: Материалы Всероссийской (с международным участием) научной конференции. Саранск, 15-17 мая 2013. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2013. С.78 – 81.

6. *Степанов С.А., Сигнаевский В.Д., Коробко В.В., Касаткин М.Ю. Рост и развитие стебля яровой мягкой пшеницы сортов саратовской селекции // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология, вып. 1. 2014. Т. 14. С. 59 – 64.

7. *Сигнаевский В.Д., Степанов С.А., Болдырев В.А. Влияние засухи на продуктивность яровой мягкой пшеницы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология, вып.2. 2014. Т. 14. С. 50 – 55.