

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

^{1,2}Земцова Е.С., ²Боме Н.А.

¹ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция УрО РАН», Тобольск, e-mail: tbsras@rambler.ru

²ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», Тюмень, e-mail: rector@utmn.ru

Проведен анализ структуры урожайности яровой мягкой пшеницы на 66 учетных делянках. При заданной норме высева семян 500 шт./м² число сохранившихся к уборке растений варьировало от 203 до 467 шт./м². Получены уравнения регрессии, отражающие математическую зависимость между плотностью стояния растений и отдельными элементами урожайности в сложившихся агроклиматических условиях (коэффициенты корреляции составили от 0,4 до 0,8). На основе данных уравнений рассчитаны теоретические значения отдельных элементов структуры урожайности при числе растений 200 и 400 шт./м². Установлено, что при двукратном увеличении численности растений число стеблей возрастает лишь в 1,4 раза за счет снижения кустистости, а число продуктивных стеблей – в 1,1 раза, то есть практически не изменяется, при этом наблюдается значительный рост числа непродуктивных стеблей – в 10 раз. Масса зерна с колоса уменьшается в 1,3 раза. В результате биологическая урожайность снижается в 1,2 раза.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, плотность стояния растений, элементы структуры урожая.

THE INFLUENCE OF DENSITY STANDING OF PLANTS ON THE STRUCTURE OF HARVEST SPRING SOFT WHEAT

^{1,2}Zemtsova E.S., ²Bome N.A.

¹Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, e-mail: tbsras@rambler.ru

²Tyumen state University, Tyumen, e-mail: rector@utmn.ru

The analysis of the structure of the yield of spring soft wheat at 66 plots account. The number of surviving to harvest the plants ranged from 203 to 467 pieces per square meter at a given seeding rate of 500 pieces per square meter. The regression equations reflecting the mathematical relationship between of density standing of plants and yield of the individual elements in the prevailing agro-climatic conditions (correlation coefficients ranged from 0.4 to 0.8). On the basis of these equations calculated theoretical values of the individual elements of the structure yields when the number of plants 200 and 400 pieces per square meter. It was found that when doubling the number of plants, number of stems growing only by 1.4 times due to lower bushiness and the number of productive stems - by 1.1 times, that is, virtually unchanged, while there is a significant increase in non-productive stems – by 10 times. Weight of grain per spike is reduced by 1.3 times. As a result of the biological yield decreases by 1.2 times.

Keywords: spring soft wheat, density standing of plants, the yield structure elements.

Яровая пшеница – основная продовольственная культура нашей страны, занимающая первое место по площади посева и валовому сбору зерна. Мягкая пшеница занимает около 90% площади высева яровой пшеницы в стране [5].

Урожайность яровой мягкой пшеницы, как и других сельскохозяйственных культур, в значительной мере зависит от числа растений на единице площади. При загущенном стоянии растений наблюдается недостаток питательных веществ, влаги, света, усиливается поражение растений болезнями. При слишком низкой плотности стояния не в полной мере используются питательные вещества, посевы зарастают сорняками. И то, и другое приводит к недобору урожая.

Цель исследования – оценка влияния густоты стояния растений на отдельные элементы структуры урожая мягкой яровой пшеницы в условиях подтаежной зоны Тюменской области.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2014 году на опытном поле, расположенном в Тобольском районе Тюменской области. В качестве посевного материала использовались семена 22 сортов мягкой яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции – Лютесценс 70, Казахстанская 10, СКЭНТ-3, Икар, АВИАДа, Омская 36, Рикс, Тюменская 25, Тюменская 29 (перечисленные выше сорта районированы на территории Тюменской области на 2014 год), Тюменская 27, Тюменская 30, Тюменская 31, Тюменская 32, Тюменская 33, Тюменец 2, Аделина, Терция, Аркас, Серебряна, CN 06600, Krbat, Laban. Посев проводился 31 мая – 1 июня, уборка урожая – 23 сентября. Норма высева 500 шт./м², междурядья 15 см, повторность в опыте трехкратная, учетная площадь делянки 60 м², глубина заделки семян – 3 см. Определяли число всходов, число сохранившихся к уборке растений, число продуктивных и непродуктивных стеблей, массу зерна с колоса, массу 1000 зерен. Рассчитывались полевая всхожесть семян, сохраняемость растений к уборке, общая и продуктивная кустистость, урожайность. Химический и гранулометрический анализ пахотного слоя почвы выполнялся в лаборатории экотоксикологии ТХНС УрО РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.516420). При описании метеорологических условий использовался архив сайта gr5.ru (ООО «Расписание Погоды», г. Санкт-Петербург, лицензия Росгидромета № 1691595 P/2013/2331/100/L).

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета Statistica (Stat Soft, США). Использовались корреляционный и регрессионный анализы. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,5.

Результаты исследования и их обсуждения

На величину и качество урожая решающее влияние оказывают почвенно-климатические факторы. В последнее время отмечается тенденция к увеличению доли влияния погодных условий на вариабельность урожайности [1]. В период вегетации растений (с 1 июня по 23 сентября 2014 года) среднесуточная температура воздуха составила 13,8 °С. По сравнению с пятилетним периодом (2009-2013 гг.), предшествующим году исследования, наблюдались более низкие показатели температуры в июне – 15,9 °С против 17,2 °С, июле – 14,8 °С против 18,3 °С и сентябре – 7,1 °С против 10,2 °С. В августе средняя температура превысила усредненные многолетние показатели и составила 17,3 °С против 15,8 °С. Регистрировались отрицательные температуры – однократно в фазу молочно-восковой зрелости (-1 °С), трижды – в фазы восковой и уборочной спелости (до -2 °С).

Гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова (ГТК) [3], характеризующий условия увлажнения в период вегетации, составил 1,4 (в предыдущий пятилетний период ГТК находился на уровне 1,3). Низкие значения ГТК отмечены в июне (0,8) и августе (0,3), высокие – в июле (1,9) и сентябре (2,6). Почва экспериментального участка характеризовалась хорошей обеспеченностью азотом ($N-NH_4+N-NO_3 - 23,8 \pm 0,6$ мг/кг), очень высоким содержанием подвижного фосфора (1151 ± 4 мг/кг) и высоким содержанием гумуса ($4,5 \pm 0,3\%$), по уровню кислотности классифицировалась как нейтральная (рН – $7,1 \pm 0,0$ ед.), по гранулометрическому составу относилась к суглинкам.

Густота стояния растений, заданная нормой высева семян 500 шт./м², уменьшалась в течение вегетационного периода с учетом полевой всхожести семян и сохраняемости растений. Показатели полевой всхожести варьировали в широком диапазоне – от 57 до 98% и в среднем по сортам находились на уровне $78 \pm 7\%$ (рис. 1). Сохраняемость растений характеризовалась довольно высокими показателями – $92 \pm 7\%$. При одной и той же норме высева семян число сохранившихся к уборке растений колебалось от 203 до 467 шт./м² и зависело в большей степени от густоты всходов ($r=0,86$, $p<0,000001$), нежели от сохраняемости растений ($r=0,81$, $p<0,000001$).

Наблюдались различия в общей кустистости растений, пределы колебаний которой составили от 2,3 до 4,2. Продуктивная кустистость также значительно изменялась – от 1,5 до 3,9 и в целом превосходила показатели, характерные для Северного Зауралья, составляющие 1,2-1,7 [2]. При возрастании числа растений на единице площади наблюдалось значительное снижение кустистости ($r=-0,69$), уменьшение доли продуктивных стеблей ($r=-0,52$) и увеличение доли непродуктивных стеблей ($r=+0,52$) (рис. 1, табл. 1).

Масса 1000 зерен колебалась от 17 до 35 г, что существенно ниже показателей, регистрируемых в условиях Северного Зауралья – 37-43 г [2]. Причинами формирования щуплого зерна являлись поздние сроки посева, относительно низкие температуры в период вегетации растений, заморозки в период налива зерна, а также загущенный стеблестой. Так, средние значения общего числа стеблей составили 1049 ± 113 шт./м², числа продуктивных стеблей – 849 ± 91 шт./м². Оптимальная же густота продуктивного стеблестоя яровой пшеницы, согласно литературным данным, находится на уровне 450-550 шт./м² [5]. Выявлены статистически значимые отрицательные корреляции между густотой стояния растений и массой 1000 зерен ($r=-0,36$), а также массой зерна с колоса ($r=-0,51$) (рис. 1, табл. 1). Незначительная сила связи между данными параметрами объясняется сортовыми особенностями зерна.

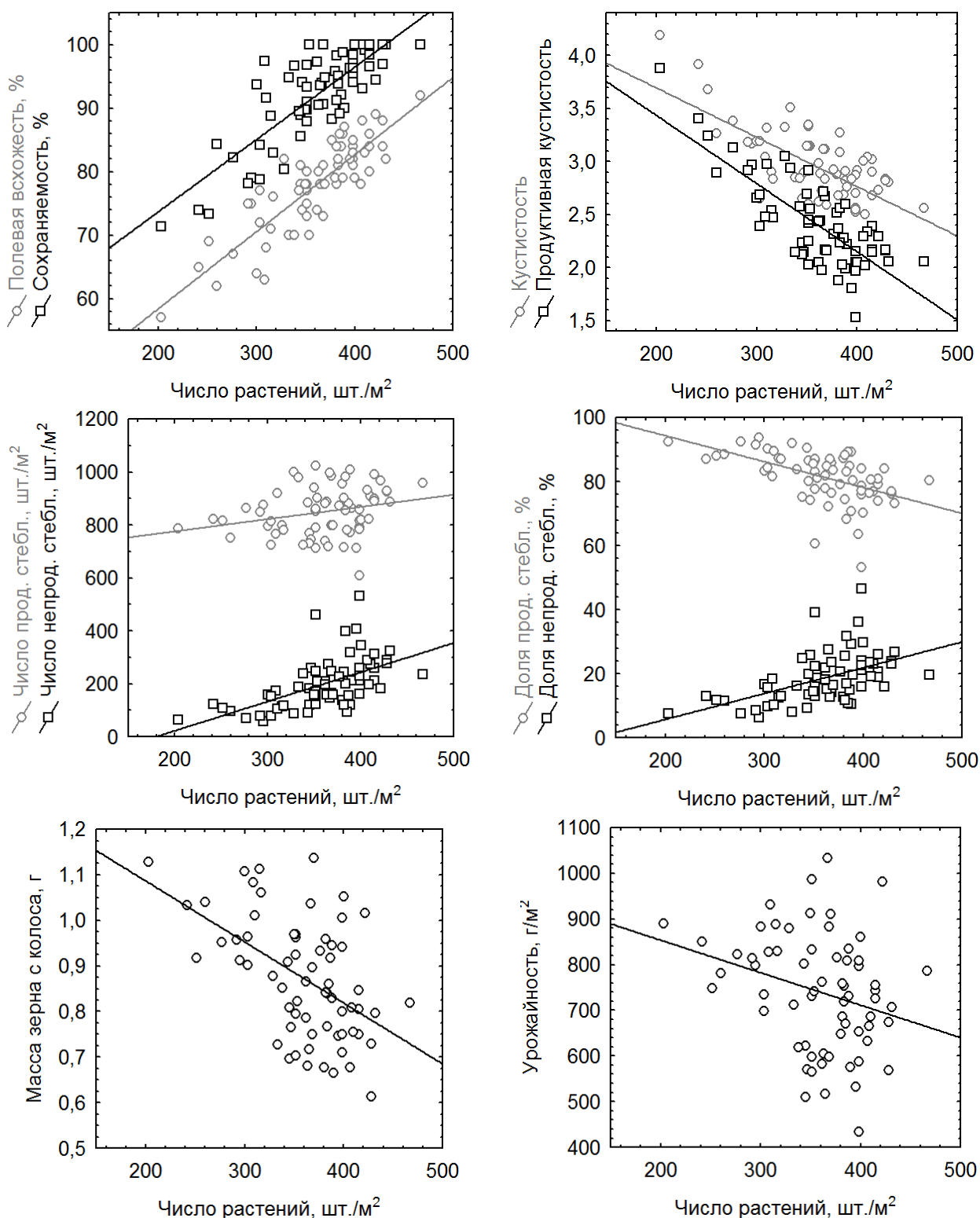


Рис. 1. Поля корреляций между параметрами яровой мягкой пшеницы и числом растений на единице площади.

Таблица 1

Математическая зависимость между параметрами яровой мягкой пшеницы (y) и числом растений на 1 м² (x)

Параметры	Уравнение регрессии	r	p <
Кустистость	$y=4,6-0,0047x$	- 0,69	0,00001
Продуктивная кустистость	$y=4,7-0,0064x$	- 0,78	0,00001

Число стеблей, шт./м ²	$y=485+1,5668x$	+ 0,69	0,00001
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	$y=683+0,4616x$	+ 0,25	0,05000
Число непродуктивных стеблей, шт./м ²	$y=-198+1,1052x$	+ 0,57	0,00001
Доля продуктивных стеблей, %	$y=110-0,0808x$	- 0,52	0,00010
Доля непродуктивных стеблей, %	$y=-10,4+0,0808x$	+ 0,52	0,00010
Масса зерна с колоса, г	$y=1,35-0,0013x$	- 0,51	0,00010
Масса 1000 зерен, г	$y=39,5-0,0316x$	- 0,36	0,00500
Урожайность, г/м ²	$y=996-0,7116x$	- 0,28	0,05000

Примечание: $x = [203-467]$ шт./м²

Урожайность определялась путем умножения числа плодоносящих стеблей на 1 м² на массу зерна с колоса [4]. Минимальные показатели урожайности составили 434 г/м², максимальные – 1034 г/м². Вариабельность урожайности главным образом была связана с различиями в массе зерна с одного колоса ($r=0,80$) и в меньшей мере зависела от числа продуктивных стеблей ($r=0,52$). Выявлена слабая отрицательная корреляция между числом растений на единице площади и урожайностью ($r=-0,28$, $p=0,02$) (рис. 1, табл. 1). Таким образом, густота стояния растений на показателях урожайности отражалась слабо.

Установлена математическая зависимость между числом сохранившихся к уборке растений на 1 м² и параметрами мягкой яровой пшеницы при сложившихся агроклиматических условиях (табл. 1). На основе данных уравнений регрессии рассчитаны теоретические значения параметров яровой пшеницы (y) при густоте стояния растений, равной 200 и 400 шт./м² (x) (табл. 2).

Таблица 2

Расчетные показатели параметров яровой мягкой пшеницы при густоте стояния растений 200 и 400 шт./м²

Параметры	Число растений, шт./м ²		Кратность
	200	400	
Площадь питания 1 растения, см ²	50	25	↓2,0
Число стеблей, шт./м ²	798	1112	↑1,4
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	775	868	↑1,1
Число непродуктивных стеблей, шт./м ²	23	244	↑10,6
Доля продуктивных стеблей, %	94	78	↓1,2
Доля непродуктивных стеблей, %	27	43	↑1,6
Кустистость	3,7	2,7	↓1,4
Продуктивная кустистость	3,4	2,1	↓1,6
Масса зерна с колоса, г	1,09	0,83	↓1,3
Масса 1000 зерен, г	33	27	↓1,2
Урожайность, г/м ²	854	711	↓1,2

Выявлено, что при двукратном увеличении числа растений на единице площади число стеблей возрастает лишь в 1,4 раза, что связано с уменьшением кушения, а число продуктивных стеблей в 1,1 раза, при этом в 10 раз увеличивается число непродуктивных стеблей. Масса зерна с колоса снижается в 1,3 раза. В результате урожайность падает в 1,2 раза.

На рис. 2 представлено схематическое изображение параметров яровой мягкой пшеницы – числа продуктивных и непродуктивных стеблей, массы зерна с колоса при численности растений 200 и 400 шт./м².

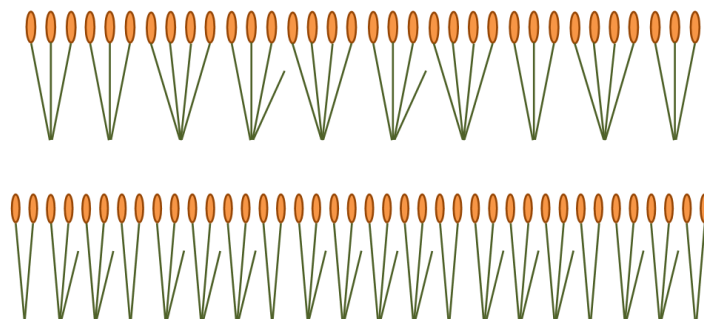


Рис. 2. Схематическое изображение параметров яровой мягкой пшеницы при густоте стояния растений 200 шт./м² (верхний ряд) и 400 шт./м² (нижний ряд).

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о высоких компенсаторных возможностях яровой мягкой пшеницы. Низкий показатель одного из элементов урожайности компенсируется более интенсивным развитием других элементов. Так, уменьшение числа растений на единице площади сопровождается увеличением продуктивной кустистости и массы зерна с колоса, что связано с улучшением пищевого и водного режимов, освещения и других факторов жизнедеятельности растений. Как показали результаты исследования, при снижении густоты стояния растений в 2 раза (с 400 до 200 шт./м²) число продуктивных стеблей практически не изменяется, а урожайность незначительно повышается – в 1,2 раза за счет увеличения массы зерна с колоса.

Авторы статьи выражают благодарность руководителю селекцентра ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии, к.с.-х.н., заслуженному агроному РФ Новохатину Владимиру Васильевичу за предоставленный семенной материал.

Список литературы

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3 томах. – М. : Агрорус, 2008. – Т. I. – 816 с.
2. Программа работ комплексного селекционно-семеноводческого центра по растениеводству научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья на период 2011-2030 гг. / под ред. В.В. Новохатина. – Тюмень, 2011. – 98 с.
3. Селянинов Г.Т. Агроклиматическая карта мира. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 12 с.

4. Стихин М.Ф. Озимая рожь и пшеница в нечерноземной полосе / М.Ф. Стихин, П.В. Денисов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Колос. Ленингр. отд-ние, 1977. – 320 с.
5. Технология производства продукции растениеводства / В.А. Федотов [и др.]; под ред. А.Ф. Сафонова, В.А. Федотова. – М. : КолосС, 2010. – 487 с.

Рецензенты:

Белкина Р.И., д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

Пак И.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой экологии и генетики Института биологии ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень.