

# Производство зерна пшеницы и применение минеральных удобрений в мире

С. Филлипс, Р. Нортон

С 60-х годов 20-го века мировое производство зерна пшеницы увеличилось более чем в два с половиной раза в результате применения более совершенных агротехнологий, улучшенных сортов, а также более сбалансированного питания растений. В то же время, для того, чтобы удовлетворить растущий спрос на продукты питания применение минеральных удобрений в мировом сельском хозяйстве увеличилось в 4,3 раза. По экспертным оценкам, в настоящее время для производства 647 млн. т зерна пшеницы сельхозпроизводители вносят около 15% минеральных удобрений, применяемых во всем мире.

## Мировое производство зерна пшеницы

**М**ировое производство зерна основных зерновых культур – пшеницы, кукурузы и риса, составляет 647, 814 и 441 млн. т, соответственно (FAOStat, 2012). Однако, в то время как большая часть урожая кукурузы используется для производства кормов для животных и биотоплива, 93% риса потребляется в стране-производителе. Пшеница – одна из основных продовольственных культур в мире, обеспечивающая 20% энергии в ра-

ционе человечества. Кроме того, пшеница – основной источник белка в развивающихся странах (Braun et al., 2010). В период с 2006 по 2010 гг. объем продаж мирового рынка зерна пшеницы был на уровне 135 млн. т в год (табл. 1), при этом 71% зерна было выращено в США, Франции, Канаде, Австралии, России и Аргентине.

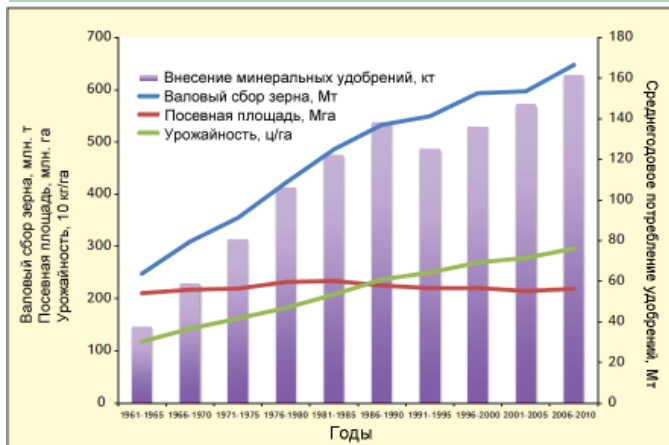
Потребность в пшенице возрастает из-за быстрого роста населения в развивающихся странах и, как ожидается, увеличится на 60% к 2050 г. (Rosegrant and Agcaoili, 2010). В последние 20 лет средний рост

**Таблица 1.** Производство зерна пшеницы, посевная площадь, урожайность и внесение минеральных удобрений в 20-ти ведущих странах-производителях (FAOstat, 2012; Heffer, 2009; IFADATA, 2012)

Страна	Производство зерна, млн. т	Посевная площадь, млн. га	Экспорт, млн. т	Урожайность, т/га	Удобрения, внесенные под пшеницу (2006–2007 гг.), тыс. т д.в.			Всего внесено удобрений, тыс. т д.в.
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Китай	112.10	23.90	0.77	4.69	4.258	1.194	255	49.513
Индия	77.02	27.76	0.16	2.77	2.892	1.109	187	23.906
США	58.70	20.32	27.11	2.89	1.604	568	224	18.795
Россия	52.26	24.18	12.60	2.15	402	169	70	2.055
Франция*	36.73	5.31	16.03	6.92	619	240	206	3.249
Канада	24.79	9.25	17.01	2.67	591	173	36	2.770
Германия*	23.71	3.17	6.42	7.47	458	117	129	2.253
Пакистан	22.57	8.75	0.13	2.58	1.004	345	15	3.829
Турция	19.06	8.15	0.27	2.34	584	252	15	1.925
Украина	18.30	6.31	6.43	2.86	**	**	**	955
Австралия	17.92	13.04	13.88	1.36	263	284	28	1.908
Великобритания*	14.83	1.93	2.36	7.66	549	89	87	1.462
Казахстан	13.83	12.98	4.09	1.07	**	**	**	55
Иран	13.40	6.47	0.06	2.05	414	179	48	1.614
Аргентина	12.68	4.69	8.73	2.70	280	165	1	1.321
Польша*	8.79	2.26	0.76	3.87	591	176	140	1.968
Египет	7.87	1.26	0.00	6.27	302	35	10	1.409
Италия*	7.29	2.00	0.21	3.65	190	141	81	1.128
Испания*	5.80	1.89	0.48	3.06	515	199	114	1.558
Румыния	5.35	2.05	1.14	2.59	150	24	7	397
Всего в мире	647.30	218.60	134.78	2.96	16.614	6.261	1.617	161.313

\*Количество минеральных удобрений, внесенных под пшеницу в каждой из 27 стран ЕС, оценивалось из средней потребности культуры в удобрении (Heffer, 2009) и общего количества удобрений, внесенных в каждой стране за год.

\*\* Нет данных.

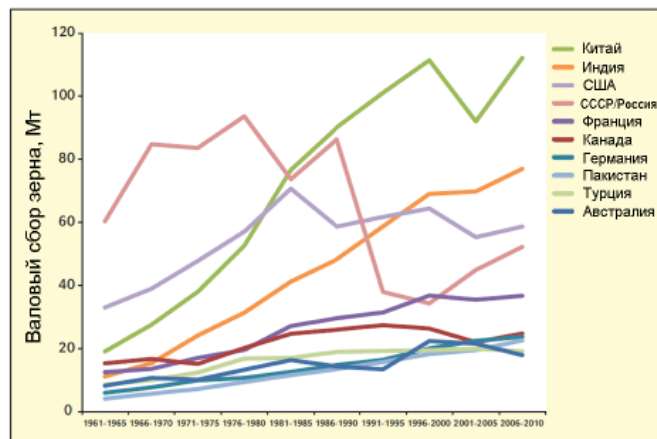


**Рис.1.** Производство зерна пшеницы, посевные площади, урожайность, и потребление минеральных удобрений (1961–2010 гг.) (FAOstat, 2012; IFADATA, 2012).

валового сбора зерна пшеницы в мире составлял около 1% в год (рис. 1), но это значительно меньше, чем 3,3% ежегодного роста в период «зеленой революции» между 1960 и 1990 гг. При этом общая посевная площадь под пшеницей в мире существенно не менялась и оставалась на уровне 215 млн. га. Таким образом, увеличение производства зерна пшеницы происходило за счет роста урожайности (рис. 1). Для удовлетворения растущего спроса на зерно пшеницы в мире ежегодное увеличение его производства должно идти со скоростью, наблюдаемой в период после «зеленой революции» (рис. 1). Частично рост производства может быть достигнут за счет достижений генетики, однако необходимо также совершенствовать агротехнологии для того, чтобы уменьшить разрыв между потенциальной и реальной урожайностью.

### История производства зерна пшеницы (1961–2010 гг.)

По сравнению с периодом 1961–65 гг. мировое производство зерна пшеницы увеличилось в 2,5 раза к 2010 г. Между 1961 и 1980 гг. Советский Союз производил около 24% мирового валового сбора зерна пшеницы, что составляло чуть более 80 млн. т/год (рис. 2). США были вторым крупнейшим производи-



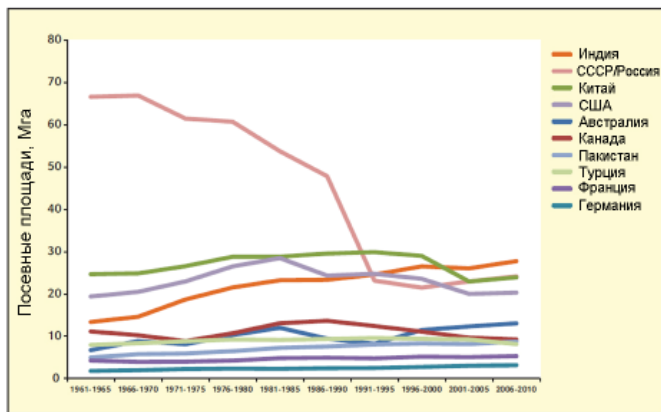
**Рис.2.** Производство зерна пшеницы в 10-ти ведущих странах-производителях в 1961–2010 гг. (FAOstat, 2012). Приведенные данные соответствуют средним величинам для каждого 5-летнего периода.

телем зерна пшеницы в этот период, собирая в среднем 13% мирового валового сбора зерна (44 млн. т/год). В 80-х годах 20-го века Китай достиг и продолжает удерживать сейчас первое место в мировом производстве зерна пшеницы, собирая в среднем в 2006 - 2010 гг. 112 млн. т зерна в год (рис. 2). Доли Индии и Пакистана в мировом производстве зерна также значительно выросли в последние полвека, а Россия после распада СССР осталась крупнейшим производителем пшеницы среди стран бывшего Советского Союза. Наибольшее снижение производства зерна пшеницы произошло в Северной Америке: доли США и Канады упали на 32 и 38% соответственно (рис. 2). Из 132 стран производящих зерно пшеницы в настоящее время, 10 ведущих стран производят около 70% мирового валового сбора зерна пшеницы (рис. 2), а 20 стран производят 85% зерна (табл. 1).

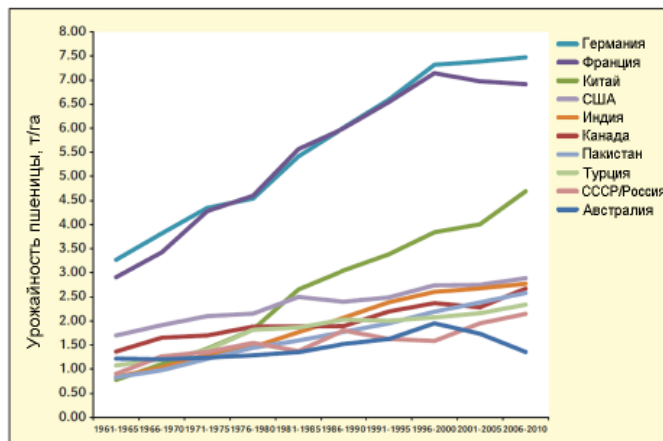
### Посевные площади

В мире 70% посевных площадей под пшеницей (144 млн. га) сосредоточены в десяти ведущих странах-производителях (табл. 1). Эта доля остается постоянной с момента распада СССР в начале 90-х годов 20-го века. Начиная с 1995 г., посевные площади под пшеницей увеличились главным образом в России (2,7 млн. га), Австралии (1,6 млн. га) и Индии (1,2 млн. га), несмотря на значительные колебания в размере посевных площадей под пшеницей по годам в зависимости от погодных условий года и экономических причин. В России, начиная с 1996 г., рост посевной площади под пшеницей соответствовал увеличению ее доли в общей посевной площади за тот же период времени, таким образом, наиболее вероятно, что прирост посевных площадей происходил в результате замещения других культур пшеницей. В Австралии тоже наблюдается небольшое увеличение доли посевных площадей под пшеницей. Общая площадь посевов увеличилась на 2,2 млн. га с 1996 г. по 2010 г., в основном за счет земель, ранее используемых в качестве постоянных пастбищ или в севооборотах, что впоследствии привело к значительному снижению поголовья овец. Рост площадей под пшеницей в Индии на 1,2 млн. га также, по-видимому, связан с освоением новых земель, так как доля посевной площади под пшеницей в общей посевной площади в этой стране не менялась за последние 15 лет. В Германии посевная площадь под пшеницей увеличилась на 400 тыс. га за последние 15 лет – это немного относительно общей посевной площади под пшеницей в мире, но соответствует 15%-ному росту посевной площади под пшеницей в этой стране.

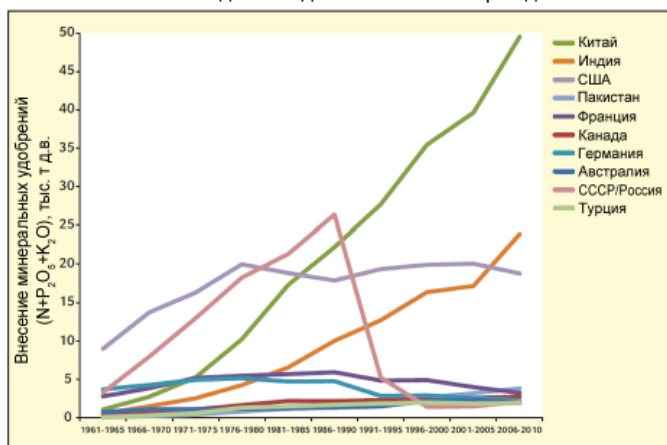
Самое значительное снижение посевных площадей под пшеницей за тот же период времени произошло в Китае (-5,1 млн. га), США (-3,3 млн. га), Канаде (-1,9 млн. га) и Турции (-1,2 млн. га) (рис. 3). В Китае, США и Канаде это снижение соответствовало уменьшению доли посевной площади под пшеницей в общей посевной площади, что указывает на замещение пшеницы другими сельскохозяйственными культурами. В тоже время в Турции доля посевной площади под пшеницей в общей посевной площади не изменилась



**Рис.3.** Посевные площади под пшеницей в 10-ти ведущих странах-производителях в 1961–2010 гг. (FAOstat, 2012). Приведенные данные соответствуют средним величинам для каждого 5-летнего периода.



**Рис.4.** Урожайность зерна пшеницы в 10-ти ведущих странах-производителях в 1961–2010 гг. (FAOstat, 2012). Приведенные данные соответствуют средним величинам для каждого 5-летнего периода.



**Рис.5.** Внесение минеральных удобрений в 10-ти ведущих странах-производителях пшеницы в 1961–2010 гг. (FAOstat, 2012). Приведенные данные соответствуют средним величинам для каждого 5-летнего периода.

из-за уменьшения общей посевной площади в стране. Эти изменения в посевных площадях, занятых пшеницей, могут объяснить, по крайней мере, отчасти, рост общего производства зерна пшеницы в Индии, России и Германии, а также его снижение в США и Канаде.

## Урожайность

Изменения валового сбора зерна в мире по годам, не связанные с соответствующими изменениями в размере посевных площадей, наиболее вероятно, происходят в результате роста или снижения урожайности. Среднемировая урожайность зерна пшеницы удвоилась с 1.2 т/га в 1961 г. до 2.4 т/га в 1990 г. (рис. 1). Далее урожайность продолжала расти, хотя и меньшими темпами – с 2.4 т/га в 1990 г. до 3.0 т/га в 2010 (рис. 1). Рост урожайности пшеницы в десяти ведущих странах-производителях представлен на рис. 4. В десятке ведущих стран-производителей пшеницы самая высокая урожайность всегда была в Германии и Франции. Однако в последнее десятилетие рост урожайности в Германии значительно замедлился, а урожайность во Франции несколько снизилась. В Китае урожайность пшеницы в предыдущие десятилетия росла примерно такими же темпами, как и в Европе, и продолжает ра-

сти в последние 10 лет. Этот значительный и устойчивый рост урожайности объясняет, почему производство зерна в Китае продолжает расти в последние 15 лет, несмотря на значительное сокращение площадей, занятых пшеницей.

Средняя урожайность зерна пшеницы в Канаде также быстро увеличивалась в течение последних десяти лет, но из десятки ведущих производителей только в Германии, Франции и Китае урожайность зерна превышает средний мировой уровень (табл. 1). В Пакистане, России и Турции урожайность зерна растет примерно так же, как в среднем в мире – на 1% в год, но остается ниже среднемирового по абсолютной величине, по крайней мере, на 0,5 т/га. Однако этого роста урожайности оказалось достаточно для увеличения общего производства в Пакистане и России, а также поддержания уровня производства в Турции, несмотря на сокращение посевных площадей под пшеницей в этой стране. В Индии и США урожайность близка к среднему мировому уровню, составляющему 3,0 т/га, но скорость роста все еще ниже 1% в год. Из-за 10-летней засухи в Австралии урожайность снизилась примерно на 2.2% в год в период с 1996 по 2000 г. Это падение частично объясняет снижение общего производства в Австралии, несмотря на недавнее расширение посевных площадей под пшеницей.

## Применение минеральных удобрений при выращивании пшеницы

Общее количество минеральных удобрений (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), применяемых при выращивании пшеницы в десятке ведущих стран-производителей, составляет около 18 млн. т д.в. в год (табл. 1). Суммарное годовое потребление минеральных удобрений для выращивания всех сельскохозяйственных культур в мире выросло с 37 млн. т д.в. (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) в год в период с 1961 по 1965 до 161 млн. т д.в. в 2005–09 гг. (рис. 1). Начиная с 1990 г., потребление минеральных удобрений выросло для всех сельскохозяйственных культур, в том числе, вероятно, и для пшеницы, хотя данные по внесению минеральных удобрений по культурам были опубликованы только в 2009 г.



(Heffer, 2009). Таким образом, производство пшеницы потребляет около 15% от общего количества применяемых минеральных удобрений в мире, при этом 83% минеральных удобрений под пшеницу были внесены в 10 ведущих странах-производителей.

В период между 1991 и 1995 гг. Франция и Германия начали сокращать применение минеральных удобрений, и в настоящее время вносят удобрений меньше, чем в начале 90-х годов 20-го века на 34 и 23% соответственно. (рис. 5). Австралия также сократила применение удобрений под пшеницу на 18% по сравнению с 2000 г. Самый значительный рост в применении удобрений произошел в Индии, Пакистане, России и Китае – на 40–46% за последние 15 лет (рис. 5). В Канаде и Турции применение удобрений в последние годы остается почти стабильным, а в США оно сократилось на 6% по сравнению с периодом 1996–2000 гг. Из-за отсутствия данных по внесению минеральных удобрений по каждой с/х культуру, невозможно сделать вывод о том, под какие культуры были снижены дозы внесения.

В Китае, Пакистане и России периоды роста урожайности совпадают с периодами роста применения минеральных удобрений, что подтверждает значительную роль достаточного питания растений для достижения стабильной урожайности пшеницы. Однако соотношение между увеличением количества применяемых минеральных удобрений и соответствующим ростом урожайности зерна пшеницы свидетельствует о неоптимальном уровне применения удобрений в этих странах в настоящее время. Дозы удобрений – только один из компонентов стратегии «4-х правил применения удобрений», которая включает внесение необходимых видов удобрений в оптимальной дозе, наиболее подходящем способом в нужное место и время. Эти правила зависят друг от друга, и если хоть одно из них нарушено, то и другие не могут быть выполнены.

## Заключение

Основным фактором, определявшим рост производства зерна пшеницы в мире, было увеличение урожайности, а не посевных площадей. Среди мер, направленных на улучшение технологии возделывания пшеницы и способствовавших росту урожайности, было увеличение применения минеральных удобрений. Благодаря этому урожайность возросла, но для поддержания высокого уровня производства зерна пшеницы в мире будет необходимо постоянно пересматривать дозы внесения минеральных удобрений. Вызов будет состоять в том, чтобы добиться увеличения производства продуктов питания в будущем, применяя минеральные удобрения рационально.

*Д-р Филлипс – региональный директор программы IPNI по юго-востоку США; sphillips@ipni.net.*

*Д-р Нортон – региональный директор программы IPNI по Австралии и Новой Зеландии; e-mail: rnorton@ipni.net.*

## Литература

- Braun, H.J., G. Atlin, and T. Payne. 2010. In: Reynolds, C.R.P. (ed.). *Climate change and crop production*, CABI, London, UK.
- FAOSTAT. 2012. [online] available at <http://faostat.fao.org>.
- Heffer, P. 2009. *International Fertilizer Industry Association*. Paris, France
- IFADATA, 2012. [online] available at <http://www.fertilizer/Homepage/STATISTICS>.
- Rosegrant, M.W. and M. Agcaoili. 2010. *International Food Policy Research Institute*, Washington, D.C., USA.

*Перевод с английского и адаптация: Иванова С.Е.*

# Использование результатов многолетних полевых опытов, проводимых в зерновых севооборотах, для повышения плодородия почв и совершенствования агротехники возделывания пшеницы

Б. Арналл, Ф. Гарсия

*Многолетние полевые опыты проводятся по всему миру, и их результаты широко используются. К сожалению, по разным причинам количество длительных полевых опытов постоянно сокращается. Получаемые в этих опытах ценнейшие данные можно сравнить с «золотыми самородками», так как они позволяют совершать новые интересные открытия. В данной статье приведено несколько подобных примеров – проанализированы результаты многолетних полевых опытов с пшеницей, которые проводятся в Канаде, США и Аргентине.*

## Север Великих равнин

**В** 1967 г. на юго-востоке провинции Саскачеван (Канада) вблизи г. Свифт-Каррент был заложен полевой опыт, который называют «Ста-

рым севооборотом» («Old Crop» rotation). Свифт-Каррент расположен в наиболее засушливой части канадских прерий, где вегетационный период очень короткий из-за длительных и холодных зим (Pelton et al. 1967). В данной статье рассматривает-