

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЯ, КОЛОСА И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ АДАПТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Установлено, что адаптация растений определяется с помощью всего комплекса адаптивных признаков и свойств среди которых: интенсивность накопления сухих веществ в зерне, формирование и начала реакции обмена веществ зерна.

Каждому экотипу свойственен комплекс морфофизиологических признаков приспособительного значения, непосредственно связанный с биолого-физиологическими свойствами сорта. С тем чтобы определить их зависимость и ее природу, т. е. сущность биологических процессов, которые обеспечивают формирование зерновой продуктивности растений озимой пшеницы в связи с гидротермическими условиями произрастания и биологическими особенностями сортов, нами были применены методы статистического анализа: метод разглаживания (Базаров, 1989), многофакторный корреляционно-регрессионный анализ и метод главных компонент (Карастелин и др. 1973, 1984) с последующей модификацией в автоматизированной информационно-расчетной системе «Технология» (Влацкая, 1999). Объектами исследования послужили экстенсивный сорт Альбидум 114, полунтенсивный сорт Кинельская 4 и интенсивный сорт Кинельская 5.

Так как засушливость свойственна отдельным периодам онтогенеза озимой пшеницы даже в высокопродуктивные годы, в выборку лет для статистического анализа вошли годы, различающиеся как по урожайности, так и по степени экстремальности местных условий произрастания.

При анализе корреляционно-регрессионной зависимости у экстенсивного сорта Альбидум 114 основного результирующего показателя (зерновая продуктивность растения) с другими факторами-аргументами (64 морфофизиологических признака растения, колоса, зерна), согласно логически построенной схеме группировки признаков с использованием рангового принципа (рис. 1), был использован массив данных среднеурожайного, но экстремально засушливого 1982 года исследования. При этом нами, прежде всего, были убраны сильно варьируемые ($V > 25\%$) факторы-аргументы. Исключение составил фактор «биомасса растения», коэффициент вариации которого равен 38%. Он оставлен в обработке ввиду того, что является посредником связи с факторами-аргументами низшего ранга показателей.

При анализе установлено, что масса зерна растения (y) определялась биомассой всего растения (частный коэффициент корреляции, $Чч=0,83$) и средними значениями биомасс колоса ($Чч=0,72$), побега ($Чч=0,64$), а также взаимообусловленностью биомассы растения (x_1) массой зерна в среднем на один колос растения ($Чч = 0,79$). Эти связи – безусловный результат процесса реутилизации пластических веществ из растения в колос.

По биомассе растения проявлена наибольшая зависимость с общей кустистостью растения ($Чч=0,77$), несколько слабее с продуктивной кустистостью ($Чч=0,50$) и слабая с числом узловых корней ($Чч=0,37$). В характере этой зависимости имело место взаимодействие аргументов-факторов. Так, корреляционная связь биомассы растения с продуктивной кустистостью и числом узловых корней усилилась при учете взаимодействия данных факторов между собой ($Чч = 0,61$), а также взаимодействия общей кустистости с числом узловых корней ($Чч=0,51$).

Средняя биомасса побега определялась биомассой главного побега ($Чч=0,935$). Показатель средней биомассы колоса, в свою очередь, проявил связь с биомассой колоса главного побега ($Чч=0,96$), а также с биомассой колоса второго бокового побега ($Чч = 0,84$) и синхронностью накопления пластических веществ колосьями главного и первого бокового побегов ($Чч = 0,77$).

Масса зерна колоса, в среднем по растению, как и его биомасса, больше всего определялась массой зерна колоса главного побега ($Чч=0,947$), хотя в уравнение зависимости вошла и масса зерна с колоса первого бокового побега.

Биомасса главного побега из числа 13 аргументов-факторов имела существенную корреляционную связь только с толщиной третьего узла стебля ($Чч=0,62$). Очень слабая связь биомассы главного побега отмечена с длиной второго междоузлия. Коэффициент множественной корреляции (КМК), как и корреляционное отношение (КО), составил 0,68.

При анализе корреляционно-регрессионной зависимости биомассы первого бокового побега от 13 аргументов-факторов выяснилось, что биомас-

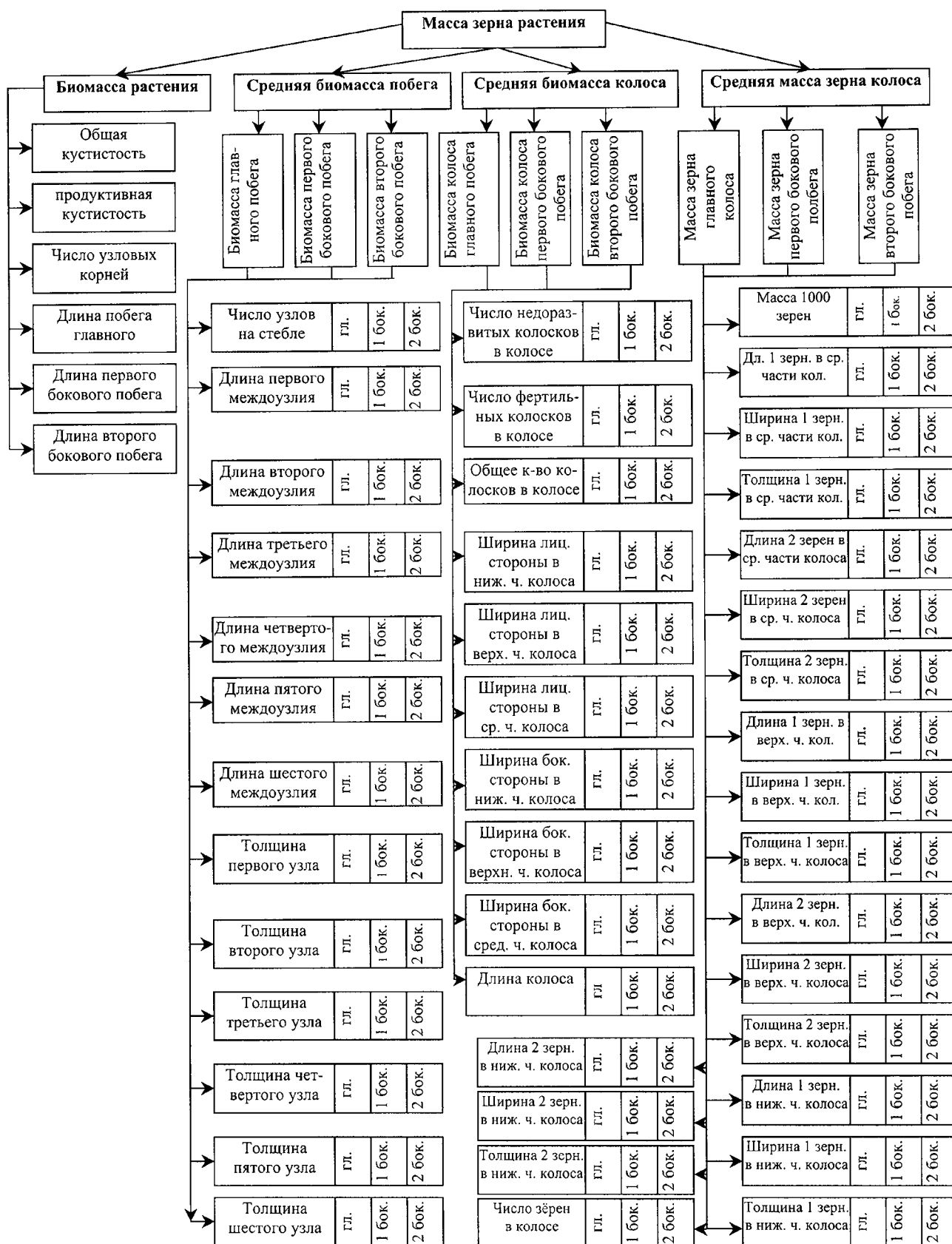


Рисунок 1. Схема логической группировки признаков продуктивности растения озимой пшеницы.

са на 0,85 (КМК) была определена длиной 5 междоузлия ($Чч=0,78$) и толщиной 6 (подколосового) узла стебля ($Чч=0,59$).

Биомасса колоса главного побега наибольшую ($Чч=0,76$) зависимость имела с длиной колоса и слабую ($Чч=0,32$) – с шириной боковой стороны нижней части колоса. Эти два аргумента-фактора и вошли в уравнение, определяющее характер зависимости биомассы колоса.

Биомасса колоса первого бокового побега проявила высокую ($Чч=0,91$) корреляционную связь с числом фертильных колосков в колосе. Наряду с этим фактором слабая ($Чч=0,40$) связь была и с числом недоразвитых колосков в колосе.

Для выяснения зависимости массы зерна главного колоса было использовано 20 аргументов-факторов (20 морфофизиологических признаков). Определено, что она обусловлена основными составляющими ее: числом зерен в колосе ($Чч=0,99$) и массой 1000 зерен ($Чч=0,94$), что вполне логично. Величина частного коэффициента корреляции указывает на приоритет озерненности колоса. Обращает на себя внимание и то, что масса 1 000 зерен имела слабую парную линейную зависимость ($ч=0,36$) с массой зерна, тогда как коэффициент парной корреляции массы зерна с числом зерен составил 0,92.

Таким образом, по результатам корреляционно-регрессионного анализа установлено, что в остро засушливых условиях произрастания ведущую роль в формировании зерновой продуктивности растения и колоса выполняют реутилизация пластических веществ из отмирающих побегов в функционирующие продуктивные побеги, а также соотношение: побеги\корни, баланс озерненности колоса с накоплением сухого вещества в зерне, а также синхронность накопления пластических веществ главным и первым боковым побегами.

По данным П.Ф. Андруковича (1973), В.Е. Перфильева, А.И. Бутенко (1980), использование в статистике метода главных компонент позволяет кроме сведений о биологических процессах, формирующих основной результирующий показатель, получить при анализе набора сортов и генетическую информацию.

Данный метод нас заинтересовал в целях познания сущности биологических процессов зерновой продуктивности не только растения, но и агроценоза озимой пшеницы в зависимости от факторов внешней среды и морфофизиологических показателей, непосредственно участвующих в процессе приспособления структуры и функций растений озимой пшеницы к условиям произрастания.

При использовании данного метода (ЛСХИ)

применительно к многоуровневой схеме распределения анализируемых морфофизиологических признаков местного агроэкоотипа на примере сорта Альбидум 114 в условиях остро засушливого гидротермического режима, были получены данные следующего содержания (рис. 2). Так, масса зерна растения определялась двумя главными компонентами.

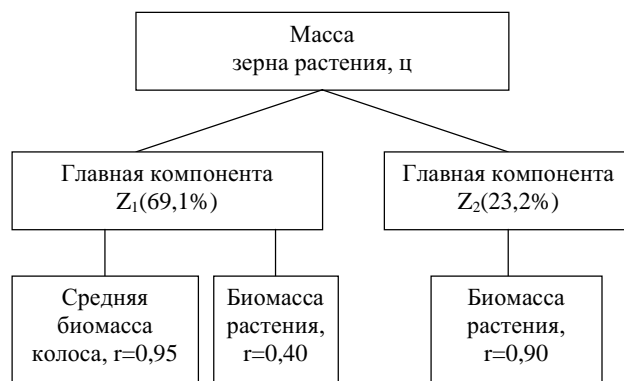


Рисунок 2. Главные компоненты массы зерна растения Альбидум 114 и корреляционная связь с ними ведущих аргументов-факторов.

При рассмотрении каждой компоненты учитывали величину вклада ее дисперсии и значения коэффициентов корреляции исходного параметра с главной компонентой.

Биомасса первого бокового побега определялась двумя главными компонентами. Суммарная дисперсия их составила 91,38%. На долю первой главной компоненты пришлось 79,66% дисперсии. Она отражала процесс роста и формирования стебля в период вегетативного развития побега. Доля второй главной компоненты составила 11,73%. Ее содержанием был процесс роста и формирования стебля в период генеративного развития побега.

Биомасса колоса главного побега, как основная составляющая часть побега, определялась семью главными компонентами. Суммарная дисперсия их составила 94,65%. Содержанием первой главной компоненты (дисперсия 33,51%) был процесс редукции колосков и цветков в колосе. Вторая главная компонента (дисперсия 17,25%) интерпретировалась нами как процесс несоответствия потенциальной и реализационной способности колоса в сложившихся гидротермических условиях произрастания. На долю третьей главной компоненты выпало 11,97% дисперсии. С учетом отрицательной корреляционной зависимости аргументов-факторов (ширины боковой и лицевой сторон в нижней части колоса, а также ширины лицевой части в середине колоса) данная компонента указывает на проявление конкуренции за пластические вещества между нижней и средней частями

ми колоса. Четвертая главная компонента (дисперсия 11,21%) говорит о зависимости биомассы колоса главного побега от фактора стерильности колоса веретеновидной формы. Пятая главная компонента (дисперсия 9,25%) свидетельствует о том, что чем интенсивнее развита нижняя часть колоса, тем выше биомасса колоса. Шестая главная компонента (дисперсия 6,38%) указывала на проявление конкурентных отношений между средней и верхней частями колоса, седьмая (дисперсия – 5,07%) – на степень развитости колосков в верхней части колоса.

В отличие от главного побега, биомасса колоса первого бокового побега на 93,86% определялась одной главной компонентой, которая вобрала в себя все аргументы-факторы. На основе последовательности по вкладу аргументов-факторов в главную компоненту мы ее интерпретировали как фактор свойств колоска по формированию всех колосков, в том числе и фертильных.

Масса зерна колоса главного побега определялась восьмью главными компонентами. Суммарная дисперсия их составила 96,65%. При этом на долю первой главной компоненты пришлось 30,91%. Исходя из содержания аргументов-факторов, ее можно истолковать как процесс синхронности в формировании и наливе зерновок в колосках всего колоса с лидирующей ролью второй зерновки в колосках нижней части колоса. То есть вторая зерновка в колоске и, главным образом, нижней части колоса определяет реализацию зерновой продуктивности колоса. Вторая главная компонента, дисперсия которой составила 18,98% от общей дисперсии главных компонент, выражала собой конкурентные отношения между первой и второй зерновками в колосках верхней части колоса. Третья главная компонента характеризовалась дисперсией порядка 12,91%. Ее содержанием были размеры первой и второй зерновок в колосках нижней части колоса, т. е. конкурентные отношения между ними. Четвертую главную компоненту с величиной дисперсии 9,2% представлял процесс конкуренции между ранее и позднее образовавшимися зерновками в колосках средней и верхней частей колоса. Пятая главная компонента (дисперсия 6,4%) нами представлена процессом синхронности налива зерна в средней и нижней частях колоса. Шестая главная компонента (дисперсия 6,0%) отражала интенсивность процесса накопления сухого вещества в колосках средней части колоса. Седьмая и восьмая главные компоненты (дисперсии: 5,3 и 4,0%) интерпретированы как процессы накопления сухого вещества на протяжении всего периода налива зерна (седьмая) и в постэмбрио-

нальный период развития колоса (восьмая). Такой последовательный анализ ранговой зависимости определяющих главных компонент зерновой продуктивности растения в соответствии с логической ранжировкой морфофизиологических признаков растения местного агроэко типа (на примере Альбидум 114) способствует познанию продукционного процесса во всех его взаимосвязях с органо-генезом каждого элемента результирующего фактора многоуровневой схемы.

По результатам анализа методом главных компонент в целом всего массива экспериментальных данных засушливого (1982) года, зерновая продуктивность растения сорта Альбидум 114 на 91,23% суммарной дисперсии определялась 13 главными компонентами. Первая главная компонента (дисперсия 33,99%) выражала собой потенциал энергоемкости колоса главного побега (табл. 1) – озерненностью. Наибольшая корреляционная связь главной компоненты была с массой зерна главного колоса ($r=0,95$), биомассой колоса главного побега ($r=0,94$), числом зерен в колосе ($r=0,91$) числом фертильных цветков в колоске колоса ($r=0,91$), биомассой главного побега ($r=0,89$), средней биомассой побега ($r=0,82$). Вторая главная компонента (дисперсия 13,54%) констатировала синхронность побего- и корнеобразования в осенний период вегетации, так как самая высокая связь главной компоненты была с продуктивной кустистостью, которая, как правило, закладывается при осеннем кущении. Наличие положительной связи с количеством узловых корней указывает на приближение к оптимальному соотношению побего\корни растения. Третья главная компонента (дисперсия 7,73%) свидетельствует об ограничении процесса накопления сухого вещества в зерновках средней части колоса, «продиктованном» свойствами стебля. Четвертая главная компонента (дисперсия 5,95) также отмечает связь зерновой продуктивности со свойствами стебля. В данном случае она выражена через толщину первого междоузлия и накопление сухого вещества в колосе. Пятая главная компонента (дисперсия 5,72%) указывала на лимитирование зерновой продуктивности растения вследствие недостаточной обеспеченности узловыми корнями ($r=-0,48$) и укороченной (результат действия засухи) длины последнего междоузлия ($r=-0,45$). Шестая главная компонента (дисперсия 4,94%) отражала ограничение свойства колоса как общим количеством колосков ($r=-0,46$), так и фертильных ($r=-0,41$) в связи с длиной второго междоузлия ($r=0,43$). Седьмая главная компонента (дисперсия 4,24%) интерпретируется процессом активизации роста последнего междоузлия, в ре-

зультате чего пластические вещества пошли на рост, а не на накопление сухого вещества в зерне. Восьмая главная компонента (дисперсия 3,69%) проявила связь с единственным аргументом-фактором, указывающим на ограничение роста 3 междоузлия стебля ($r = -0,49$). А так как третье междоузлие проявило связь с чувствительностью к засушливым условиям произрастания, то это и сказалось в доле снижения зерновой продуктивности растения. Девятая главная компонента (дисперсия 3,37%) характеризовала интенсивность процесса накопления сухого вещества зерновками в средней части колоса, которая к концу налива, вследствие засухи, сошла на нет, т. е. процесс накопления остался незавершенным. Десятая главная компонента (дисперсия 2,57%) определяла заключительный этап процесса формирования зерновок в средней части колоса в постэмбриональный период. Одиннадцатая главная компонента (дисперсия 2,08%) являлась фактором ограничения роста стебля в начальный период генеративного развития колоса главного побега. У остальных двух главных компонент дисперсия меньше 2%, т. е. они существенного вклада в зерновую продуктивность растения не внесли и поэтому не рассматриваются.

По результатам анализа массива данных 1986 года (высокоурожайный год) было установлено, что зерновая продуктивность у экстенсивного сорта на 90,45% определялась 11 главными компонентами (табл.2). Первая главная компонента (дисперсия 36,47%) включала 8 аргументов-факторов с проявлением корреляции с главной компонентой от 0,93 до 0,53 и являлась показателем сущности процесса, определяющего фертильность колоска и энергоемкость колоса главного побега. Вторая главная компонента (дисперсия 13,12%) интерпретировалась нами, как процесс дисгармонии между побего-, корнеобразованием в период всей весенне-летней вегетации, следствием чего и было оптимальным накопление пластических веществ в растении. Третья главная компонента (дисперсия 9,62%) нами воспринята как характеристика процесса блокирования ассимиляции и реутилизации пластических веществ в растении и, в частности, по главному побегу. Четвертая главная компонента (дисперсия 7,06%) своим содержанием характеризовала процесс формирования ассимилирующих генеративных органов колоса главного побега. Пятая главная компонента (дисперсия 4,73%) обозначена нами процессом формирования вторичных корней. Шестая главная компонента (дисперсия 4,12%) в смысловом отношении интерпретирована как процесс редукции колосков из-за недостатка листьев. Седьмая главная компонента (дис-

персия 3,85%) выделяет роль первичной корневой системы в зерновой продуктивности растения. Восьмая главная компонента (дисперсия 3,52%) обозначена фактором твердозерности. В нее вош-

Таблица 1. Главные компоненты зерновой продуктивности растений Альбидум 114 в условиях экстремально засушливого года, 1982, Л.СХИ.

Главные компоненты Z	Дисперсия Z ₁ ...Z _n	Исходные параметры (x) главных компонентов	Коэффициент корреляции x,Z
Z ₁	33,99	X ₁₁ масса зерна главного колоса	0,95
		X ₁₀ биомасса главного колоса	0,94
		X ₂₅ число зерен в колосе	0,91
		X ₂₉ число фертильных цветков в колосе	0,91
		X ₂ средняя биомасса побега	0,82
Z ₂	13,54	X ₆ продуктивная кустистость растения	0,85
		X ₇ число узловых корней	0,64
Z ₃	7,73	X ₂₄ объем зерновки в средней части колоса	-0,65
Z ₄	5,95	X ₁₇ таблица 1 междоузлия	-0,52
		X ₂₉ масса 1000 зерен колоса главного побега	-0,48
Z ₅	5,72	X ₁₂ число узлов на стебле главного побега	-0,48
		X ₁₆ длина последнего междоузлия	-0,45
		X ₁₄ длина 2 междоузлия	-0,43
Z ₆	4,94	X ₂₀ число колосков в колосе, всего	-0,46
		X ₂₁ число продуктивных колосков в колосе	-0,41
		X ₁₄ длина 2 междоузлия	0,66
Z ₈	3,69	X ₁₆ длина 3 междоузлия	-0,49
Z ₉	3,37	X ₂₇ средняя ширина зерновки в средней части главного колоса	0,46
		X ₂₈ средняя толщина зерновки в средней части главного колоса	-0,41
		X ₂₆ средняя длина зерновки в средней части главного колоса	0,38
Z ₁₁	2,08	X ₈ длина главного побега	0,32
Z _{1...Z₁₁}	Σ91,23		

Таблица 2. Главные компоненты зерновой продуктивности растения Альбидум 114, 1986, Л.СХИ.

Главные компоненты Z	Дисперсия Z ₁ ...Z _n	Исходные параметры (x) главных компонентов	Коэффициент корреляции x,Z
Z ₁	36,47	X ₂₀ озерненность колоска главного побега	0,93
		X ₁₉ число зерен в колосе главного побега	0,89
		X ₁₈ масса зерна колоса главного побега	0,83
		X ₁₅ биомасса главного побега	0,83
		X ₁₆ масса колоса главного побега	0,82
Z ₂	13,12	X ₂ коэффициент продуктивного кущения	-0,95
		X ₁₄ биомасса растения	-0,87
		X ₁ коэффициент общего кущения	-0,86
		X ₄ число узловых корней растения	-0,77
Z ₃	9,62	X ₂₁ К хоз растения	-0,85
		X ₂₂ К хоз главного побега	-0,75
Z ₄	7,06	X ₂₆ поверхность колоса главного побега	0,72
		X ₁₀ ширина боковой стороны колоса	0,70
		X ₉ ширина лицевой стороны колоса	0,68
Z ₅	4,73	X ₅ число узловых корней главного побега	0,92
Z ₆	4,12	X ₁₁ число колосков в колосе, всего	-0,90
		X ₁₂ число продуктивных колосков в колосе	-0,80
Z ₇	3,85	X ₃ число зародышевых корней	0,95
Z ₈	3,52	X ₂₅ стекловидность зерна	0,70
Z ₉	3,14	X ₁₇ масса листьев главного побега	-0,59
Z ₁₀	2,52	X ₂₄ выполненность зерна	0,69
Z ₁₁	2,30	X ₂₃ масса 1000 зерен	0,58
Z _{1...Z₁₁}	Σ90,45		

ли стекловидность ($\chi=0,70$) и диаметр стебля в средней части главного побега ($\chi=0,60$). Последний аргумент-фактор вносил в этот процесс весомый вклад, видимо, потому, что величина диаметра стебля связана с числом сосудисто-проводящих пучков, а следовательно, с интенсивностью подачи минеральных веществ из почвы корнями. Девятую главную компоненту (дисперсия 3,14%) можно трактовать как процесс реутилизации пластических веществ из листьев и поступления ассимилятов за счет фотосинтеза колоса. Десятая главная компонента (дисперсия 2,52%) выражала собой процесс накопления сухого вещества в период налива зерна ($\chi=0,69$), одиннадцатая главная компонента (дисперсия 2,3%) свидетельствовала о процессе ингибирования накопления сухого вещества в зерновке, вследствие ограниченного роста главного побега.

Таким образом, у экстенсивного сорта Альбидум 114 даже в сравнительно высокоурожайном среднесушном году 32,3% от 90,45% общей дисперсии падает на роль ограничительных факторов зерновой продуктивности растения. У другого представителя местного агроэко типа – полунтенсивного сорта Кинельская 4 зерновая продуктивность растения при 91,07% общей дисперсии определялась семью главными компонентами (табл. 3). Причем на долю первой пришлось 62,37% от дисперсии всех главных компонент. Смысловое толкование ее можно обозначить фактором высокоэнергетического потенциала побега (по накоплению и использованию сухого вещества) с высокозерненными колосками и мощно развитым колосом. Вторая главная компонента (дисперсия 11,64%) интерпретирована как процесс синхронного побего- и корнеобразования в период осеннего кущения. Третья главная компонента (дисперсия 6,2%) рассмотрена как фактор ограничения по-

ступления в колос пластических веществ из корневой системы в период налива зерна. Четвертую главную компоненту (дисперсия 3,39%) в связи с проявлением прямой связи с массой листьев и обратной с числом узловых корней, очевидно, следует рассматривать как фактор несоответствия мощности развития листьев по отношению к корням. Пятая (дисперсия -2,97) и шестая (дисперсия 2,75) главные компоненты касались аргумента-фактора коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза (К хоз) побегов. Пятая главная компонента, кроме Кхоз главного побега ($\chi= -0,69$), включала Кхоз растения ($\chi= -0,83$). Учитывая отрицательную корреляцию ее можно считать фактором ограничения реутилизации пластических веществ из вегетативных и генеративных органов растения, шестую главную компоненту – фактором ограничения реутилизации этих веществ из вегетативных и генеративных органов главного побега. Седьмая главная компонента (дисперсия 1,75%) ввиду малой величины дисперсии и очень слабой корреляции с зерновой продуктивностью растения проигнорирована.

Оценка дисперсии по вкладу в зерновую продуктивность растения сорта Кинельская 4 с учетом условий года показала, на долю действия негативных факторов среды приходилось всего лишь 13,67%, т. е. Кинельская 4 была более отзывчива на благоприятные гидротермические условия этого данного урожайного года.

Представляет интерес анализ поведения сорта интенсивного типа в сложившихся гидротермических условиях одного из высокоурожайных лет. Зерновая продуктивность растения сорта Кинельская 5 на 90,36% определялась 12 главными компонентами (табл. 4). На долю первой главной компоненты пришлось 32,1% от общей дисперсии. По содержанию аргументов-факторов, вошедших в плеяду признаков с высокой корреляцией, данную главную компоненту можно интерпретировать, как и по Кинельской 4, процессом энергетического потенциала побега с высокозерненным колосом интенсивного типа. Вторая главная компонента (дисперсия – 13,7%) указывала на гармоничность процессов побего- и корнеобразования на протяжении всего онтогенеза, определившую скорость накопления пластических веществ в растении. Третья главная компонента (дисперсия – 8,26%) отражала процесс редукции цветков в колосках колоса главного побега. Четвертая главная компонента (дисперсия – 6,39%) истолкована, как процесс реутилизации пластических веществ из вегетативных органов растения в главный побег. Пятую главную компоненту (дисперсия – 5,78%) можно рассмат-

Таблица 3. Главные компоненты зерновой продуктивности растения Кинельской 4, 1986, ОГУ.

Главные компоненты Z	Дисперсия Z ₁ ...Z _n	Исходные параметры (x) главных компонент	Коэффициент корреляции x _c Z
Z ₁	62,37	X ₁₈ масса зерна колоса главного побега X ₁₆ масса колоса главного побега X ₁₃ биомасса главного побега X ₂₀ озерненность колоска колоса главного побега	0,94 0,91 0,89 0,83
Z ₂	11,64	X ₂ коэффициент продуктивного кущения X ₁ коэффициент общего кущения X ₁₄ биомасса растения X ₁₄ число узловых корней растения	0,95 0,94 0,92 0,80
Z ₃	6,2	X ₂₅ стекловидность зерна	-0,90
Z ₄	3,39	X ₁₇ масса листьев главного побега	0,88
Z ₅	2,97	X ₂₁ К хоз растения X ₂₂ К хоз главного побега	-0,83 -0,69
Z ₆	2,75	X ₂₂ К хоз главного побега	-0,43
Z ₇	1,75	X ₁ коэффициент общего кущения	-0,30
Z ₁ ...Z ₇	Σ		

ривать в качестве фактора, ограничивающего деятельность вторичных корней в период формирования половых клеток. Пониженный тургор листьев сказался на скорости поступления метаболитов как из ассимилирующих органов, так и из корней. Шестая главная компонента (дисперсия – 4,5%) указывала на ингибирование процесса перераспределения пластических веществ из стебля в зерновку. Седьмая главная компонента (дисперсия – 4,31%) отражала роль процесса формирования первичной корневой системы. Восьмая главная компонента (дисперсия – 4,02%) демонстрировала собой процесс адаптивности сорта к засушливым условиям в период оплодотворения, определяя тем самым фертильность цветков в колоске колоса. Девятая главная компонента (дисперсия – 3,6%) подчеркивает значение фотосинтетического потенциала главного побега. Десятая главная компонента (дисперсия – 3,12%) указывает на роль вторичных корней в формировании стекловидности. Одиннадцатая главная компонента (дисперсия – 2,54%) отражала слабую реализацию ширины боковой стороны колоса, а следовательно, плотности колоса. Двенадцатая главная компонента (дисперсия – 2,07%) свидетельствовала об ограничении роста главного побега в период «трубкование – колошение», вследствие чего отмечен недостаток оттока сухого вещества в зерно из стебля.

По результатам анализа интенсивного сорта Кинельская 5 доля дисперсии негативного действия на зерновую продуктивность растения со-

Таблица 4. Главные компоненты зерновой продуктивности растения Кинельской 5, 1986, ОГУ.

Главные компоненты Z	Дисперсия Z ₁ ...Z _n	Исходные параметры (x) главных компонентов	Коэффициент корреляции x _i Z
Z ₁	32,1	X ₈ длина колоса	0,91
		X ₁₂ число продуктивных колосков в колосе главного побега	0,87
		X ₂₆ поверхность колоса главного побега	0,86
		X ₁₈ масса зерна колоса главного побега	0,83
		X ₁₅ масса главного побега	0,81
Z ₂	13,7	X ₂ коэффициент продуктивного кущения	0,94
		X ₁₄ биомасса растения	0,90
		X ₄ число узловых корней растения	0,85
		X ₁ коэффициент общего кущения	0,82
Z ₃	8,26	X ₁₃ масса зерна в среднем по колосу	-0,92
Z ₄	6,39	X ₂₂ К хоз главного побега	-0,90
		X ₂₁ К хоз растения	-0,83
Z ₅	5,78	X ₂₅ стекловидность зерна	-0,95
Z ₆	4,5	X ₂₄ выполненность зерна	-0,95
Z ₇	4,31	X ₃ число зародышевых корней	0,96
Z ₈	4,02	X ₁₀ озерненность колоска колоса главного побега	0,87
Z ₉	3,62	X ₁₇ масса листьев главного побега	0,87
Z ₁₀	3,12	X ₅ число узловых корней главного побега	0,82
Z ₁₁	2,51	X ₁₀ ширина боковой стороны колоса	-0,80
Z ₁₂	2,07	X ₆ высота главного побега	-0,46
		X ₂₃ масса 1000 зерен	-0,41
Z ₁ ...Z ₁₂	Σ90,36		

ставляла 17,34% от дисперсии 12 главных компонент. Главным образом эта дисперсия затрагивала процессы метаболизма: ассимиляция фотосинтезирующими органами и поглотительная деятельность корневой системы в межфазный период «выход в трубку – колошение», когда «критический» этап онтогенеза совпал с действием лимитирующих факторов внешней среды (ГТК=0).

Таким образом, по результатам анализа трех сортов разного типа интенсивности наиболее отзывчивым на сложившиеся гидротермические условия урожайного года оказался полунтенсивный сорт Кинельская 4, затем следовал интенсивный сорт Кинельская 5, наименьшей отзывчивостью характеризовался экстенсивный сорт Альбидум 114.

Отмечаем, что у сортов Кинельская 4 и Кинельская 5 сущность главных компонент близка. У Альбидум 114 в главных компонентах были те же аргументы-факторы, но корреляционная зависимость их была с обратным знаком, что меняло суть происходящих биологических процессов. Если у сортов с повышенной интенсивностью роста и развития физиолого-биохимические процессы способствовали реализации потенциальных возможностей, то у сорта экстенсивного типа – блокирование этих же возможностей.

Исходя из интерпретации главных компонент выявлены многовариантные биологические возможности культуры по реализации онтогенетической адаптации в динамике роста и развития.

Для выявления характера взаимодействия факторов внешней среды с ростом и развитием растений озимой пшеницы в динамике вегетации нами методом главных компонент обработан в ОГУ массив шести сортов за 12 лет. В комплекс анализируемых признаков (30), кроме элементов зерновой продуктивности растения, включены такие показатели, как продолжительность межфазных периодов и их гидротермические коэффициенты. Выяснилось, что зерновая продуктивность растения определялась на 86,7% девятью и на 91,9% одиннадцатью главными компонентами (табл. 5).

На долю первой главной компоненты (Z₁) приходилось 18,9% дисперсии от общей. Исходными параметрами ее были высота растения (ч = -0,83), число зерен в колосе (ч = -0,59), продолжительность периода выход в трубку – колошение (ч = 0,57), число бесплодных колосков в колосе (ч = -0,55), ГТК периода колошение – восковая спелость (ч = 0,46) и ГТК периода кущение – конец осенней вегетации (ч = -0,43). Первая главная компонента интерпретирована нами, как фактор ингибирования роста растения, редукации колосков и цветков. Причем исходные параметры первой главной ком-

поненты подтверждают концепцию И.А. Шульгина (1986) о роли стебля как физиологического регулятора у растения от перегрузки будущего колоса путем редукции лишних репродуктивных органов колоса. Снижение зерновой продуктивности растения и колоса также способствовали увеличению продолжительности выход в трубку – колошение, высокие значения ГТК в налив зерна и низкие – в период кушение – конец осенней вегетации. Доля дисперсии второй главной компоненты (Z2) составляла 15,7% от общей величины. Ведущим исходным параметром этой компоненты была продолжительность молочная – восковая спелость ($\chi = 0,90$). По содержанию толкование ее расценивается как фактор скорости процесса налива зерна в сопровождении с редукцией продуктивных побегов. Вклад в общую дисперсию на 13,8% определился дисперсией третьей главной компоненты

Таблица 5. Главные компоненты зерновой продуктивности растения озимой пшеницы местного агроэко типа. (Вычислительный центр ОГУ, массив данных 6 сортов за 12 лет).

Главные компоненты Z	Дисперсия $Z_1 \dots Z_n$	Исходные параметры (x) главных компонентов	Коэффициент корреляции $\chi_{x,Z}$
Z ₁	18,9	X ₂₁ высота растения	-0,83
		X ₂₇ число зерен в колосе	-0,59
		X ₅ продолжительность "выход в трубку колошение"	0,57
		X ₂₆ число бесплодных колосков в колосе	-0,55
		X ₁₉ ГТК в период "колошение-восковая спелость"	0,46
Z ₂	15,7	X ₁₃ ГТК в период "кушение-конец осенней вегетации"	-0,43
		X ₇ продолжительность "молочно-восковая спелость"	0,90
		X ₂₀ ГТК периода "всходы-восковая спелость"	0,46
Z ₃	13,8	X ₂₂ коэффициент продуктивного кушения	-0,42
		X ₁ продолжительность посев-всходы	-0,61
		X ₁₂ ГТК периода "всходы-кушение"	0,53
		X ₂₃ коэффициент общего кушения	-0,46
		X ₁₁ ГТК в период "посев-всходы"	0,45
Z ₄	10,2	X ₁₉ ГТК в период "колошение-восковая спелость"	0,45
		X ₃ продолжительность периода "кушение-конец осенней вегетации"	-0,66
		X ₂ продолжительность "всходы кушение"	0,63
		X ₃₀ выполненность зерна	-0,59
		X ₂₂ коэффициент продуктивного кушения	0,51
Z ₅	7,7	X ₁₁ ГТК в период "посев-всходы"	0,45
		X ₂₉ масса 1000 зерен	0,70
		X ₁₉ ГТК в период "колошение-восковая спелость"	0,59
Z ₆	7,3	X ₁₅ ГТК в период "выход в трубку-колошение"	0,52
		X ₁₀ продолжительность "всходы-восковая спелость"	-0,77
		X ₁₄ ГТК в период "начало весенней вегетации в трубку"	-0,56
Z ₇	5,6	X ₃ продолжительность "выход в трубку-колошение"	0,59
Z ₈	4,2	X ₁ продолжительность "посев-всходы"	0,52
		X ₁₄ ГТК в период "колошение-молочная спелость"	0,54
Z ₉	3,3	X ₂₆ число бесплодных колосков в колосе	-0,42
Z ₁₀	2,9	X ₁₄ ГТК в период "начало весенней вегетации-выход в трубку"	0,41
Z ₁₁	2,3	X ₂₂ коэффициент продуктивного кушения	0,40
Z _{1...Z₁₁}	Σ91,9	X ₂₃ коэффициент общего кушения	-0,49

(Z3). Ее исходные параметры: продолжительность посев – всходы ($\chi = -0,61$), ГТК периода посев – всходы ($\chi = 0,53$). Это позволило интерпретировать Z3, как фактор процесса дифференциации посева на разновозрастные растения в следствие растянутости периода появления всходов, т. е. чем продолжительнее период посев – всходы, тем большая пестрота в посевах по возрасту растений. На долю четвертой главной компоненты (Z4) выпало 10,2% дисперсии от общей величины. Исходными параметрами ее были период кушение – конец осенней вегетации ($\chi = 0,66$), продолжительность всходы – кушение ($\chi = 0,63$), выполненность зерна ($\chi = 0,63$), коэффициент продуктивного кушения растения ($\chi = -0,59$). Указанные параметры позволяют истолковать компоненту как процесс лимитирования по формированию потенциала продуктивного кушения в осенний период вегетации, т. е. сокращение периода кушения осенью ведет к снижению коэффициента продуктивного кушения, что приводит в этом случае к улучшению выполненности зерна. Пятая главная компонента (дисперсия 7,7%) трактовалась процессом накопления пластических веществ в зерне в зависимости от гидротермических условий, так как в число исходных параметров вошли масса 1000 зерен ($\chi = 0,70$), ГТК периода колошение – восковая спелость ($\chi = 0,59$) и ГТК периода выход в трубку – колошение ($\chi = 0,52$). Шестая главная компонента (дисперсия 7,3%) представляла собой лимитирующий фактор общего роста и развития, вследствие засушливости периода с начала весенней вегетации до фазы выход в трубку. ($\chi = 0,56$), что сказывается на сокращении периода от всходов до восковой спелости ($\chi = -0,77$). Седьмая главная компонента (дисперсия 5,6%) по исходным параметрам представлена нами как фактор дифференциации растений в посевах по росту и развитию, которая указывала на растянутость процессов микро- макроспорогенеза ($\chi = 0,59$) вследствие одновременности появления всходов ($\chi = 0,52$). Восьмая главная компонента (дисперсия 4,2%) характеризовала собой процесс взаимодействия гидротермических условий в период гаметогенеза, оплодотворения, роста и формирования зерновки с фертильностью колоса ($\chi = 0,54$). Девятая главная компонента (дисперсия 3,3%) выделила роль саморегулятора густоты продуктивного стеблестоя во взаимодействии с гидротермическими условиями произрастания в период с начала возобновления вегетации до начала трубкования растений. Десятая (дисперсия 2,9%) и одиннадцатая (дисперсия 2,3%) главные компоненты были связаны с процессами сброса побегов, в том числе и продуктивных ($\chi = -0,40$ и $-0,49$).

Итак, по результатам проведенного анализа можно сделать заключение, что зерновая продуктивность растения определялась, в первую очередь, продолжительностью межфазных периодов (молочная – восковая спелость, посев – всходы, кущение – конец осенней вегетации), гидротермическими условиями как проходящего, так и предшествующего периодов (начало весенней вегетации – выход в трубку, колошение – молочная спелость), затем при-

родой сорта. Они оказывали влияние на такие процессы, как ингибирование роста стебля в период весенне-летней вегетации, накопление сухого вещества в зерновке в связи с интенсивностью налива, дифференциация посева вследствие растянутого появления всходов и стартовой реакции метаболизма прорастающих семян, синхронность формирования размеров зерна и степень реализации потенциалов колоса в накоплении пластических веществ.

Список использованной литературы:

1. Базаров М.К. Математическое описание многофакторного процесса по данным пассивного эксперимента // Автоматизация и вычислительная техника в управлении производством (тезисы докладов). Оренбург, 1974. С. 180.
2. Карастелин В.И., др. Методологические вопросы применения в экономических исследованиях многофакторного корреляционно-регрессионного анализа // Научно-технический сб. «Вопросы судостроения».
3. Математические методы. Программирование эксплуатации ЭВМ. Серия 13. В.1. Л., 1973. С. 30-38.
4. Программно математическое обеспечение ЭВМ. Научный редактор В.И. Карастелин. ЦНИИ «Румб». В. 40. 1984.
5. Влацкая И.В. Программный комплекс АИРС «Технология».