

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 283 938 A5



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) A 61 K 45/06
A 61 K 37/00
A 61 K 31/685
A 61 K 33/24

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	CD A 61 K / 331 796 1	(22)	15.08.89	(44)	31.10.90
(31)	P3827974.6	(32)	18.08.88	(33)	DE

(71)	siehe (73)
(72)	Grunicko, Hans Hermann, Prof., AT und DE; Herrmann, Dieter, Dr. med., DE; Hofmann, Johann, Dr., AT; Bo-sies, Elmar, Dr. phil. nat., DE
(73)	Boehringer Mannheim GmbH, 5800 Mannheim 31, DE
(74)	Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Verfahren zur Herstellung von antineoplastisch wirksamen pharmazeutischen Kombinationspräparaten

(55) neue pharmazeutische Kombinationspräparate; antineoplastisch wirksam Inhibitor Proteinkinase-C; Wirkstoff mit neoplastischer Wirkung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von antineoplastisch wirksamen pharmazeutischen Kombinationspräparaten. Erfindungsgemäß werden zwei Wirkstoffe, wobei der erste Wirkstoff ein Inhibitor der Proteinkinase-C ist und der zweite Wirkstoff antineoplastische Wirkung aufweist, gegebenenfalls mit pharmazeutisch üblichem Träger – oder Hilfsstoffen vermischt und zu oralen oder parenteralen Applikationsformen verarbeitet. Dabei wird als Wirkstoff mit antineoplastischer Wirkung ein Lipid, eine Lipid-anloge Verbindung, ein Cytostatikum oder eine Verbindung mit phospholipase-inhibierender Wirkung eingesetzt. Der Wirkstoff, der als Inhibitor der Proteinkinase-C fungiert ist ausgewählt aus der Gruppe der Lipide, Phospho-, Glyko- oder Neutrallipide oder deren Derivaten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von antineoplastisch, wirksamen pharmazeutischen Kombinationspräparaten, dadurch gekennzeichnet, daß man zwei Wirkstoffe, wobei der erste Wirkstoff ein Inhibitor der Proteinkinase-C ist und der andere Wirkstoff antineoplastische Wirkung aufweist, gegebenenfalls mit pharmazeutisch üblichen Träger - oder Hilfsstoffen vermischt und zur oralen oder parenteralen Applikationsformen verarbeitet.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff mit antineoplastischer Wirkung (ein Lipid, eine Lipid-analoge Verbindung, ein Cytostatikum oder eine Verbindung mit phospholipase-inhibierender Wirkung) ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff mit antineoplastischer Wirkung ein Cytostatikum ist.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Cytostatica (Alkylantien, Metallkomplex-Verbindungen, Antimetabolite, Antibiotika, Hormonantagonisten oder Corticoide) sind.
5. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Cytostatica (Cyclophosphamid, Chlorambucil, cis-Diamminodichloroplatin(II), Methotrexat, 5-Fluoruracil, Doxorubicin, Bleomycin oder Tamoxifen) sind.
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff, der als Inhibitor der Proteinkinase-C fungiert, aus der Gruppe (der Lipide, Phospho-, Glyko- oder Neutrallipide oder deren Derivate) ausgewählt ist.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff, der als Inhibitor der Proteinkinase-C fungiert, (Quercetin, Tamoxifen, Ilmofosin, ET-18-OCH₃ oder Staurosporin ist.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß das antineoplastische wirksame pharmazeutische Kombinationspräparat Ilmofosin und cis-Diamminodichloro-platin(II) enthält.

283 938

Berlin, den 24. 1. 1990

-1-

APA61K/331 796 - 1

(72 811/11)

Verfahren zur Herstellung von antineoplastisch wirksamen
pharmazeutischen Kombinationspräparaten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von antineoplastisch wirksamen pharmazeutischen Kombinationspräparaten und deren Anwendung als Arzneimittel.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Verwendung von Chemotherapeutica ist in der antineoplastischen Therapie schon seit längerer Zeit ein anerkanntes und weit verbreitetes Behandlungsprinzip. Diese Chemotherapeutica werden eingesetzt, um maligne Zellen mit ungehemmten Wachstumsverhalten zu zerstören, wobei normale oder gesunde Zellen möglichst wenig geschädigt werden sollen. Als Chemotherapeutica kommen fast ausschließlich jedoch Cytostatica zum Einsatz, die im allgemeinen unspezifisch toxisch auf normale und maligne Zellen wirken und das Wachstum der Zellen hemmen. Diese Cytostatica haben eine sehr enge therapeutische Anwendungsbreite, was zu schwerwiegenden Nebenwirkungen führt. Solche Nebenwirkungen sind beispielsweise Blutungen, Übelkeit, Erbrechen, Dyspnoe, Allergien, Alopezien, Herzmuskelschädigungen, Herzrhythmusstörungen, Perikarditis, periphere und zentrale Neuropathien, Schmerzen, Nephropathien, Stomatitis, Diarrhoe, Fieber, Hautveränderungen, Infektionen, Herzinsuffizienzen, oder Veränderungen des Bewußtseinszustandes.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung neuartiger Arzneimittel, welche die therapeutische Anwendungsbreite von Chemotherapeutika vergrößern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die vorliegende Erfindung hat sich deshalb zur Aufgabe gestellt, die Wirkung von Chemotherapeutica zu steigern, ohne daß dies mit einer Steigerung der toxischen Effekte dieser Wirkstoffe einhergeht. Es sollen Arzneimittel zur Verfügung gestellt werden, die eine Verminderung der oben genannten Nebenwirkungen bei der Behandlung mit Chemotherapeutica bewirken. Im Falle der Cytostatica soll die anti-tumorale oder antiproliferative Wirkung verstärkt werden, so daß diese Cytostatica in geringeren Dosen verabreicht werden können und somit eine Verminderung oder Aufhebung der durch diese Mittel hervorgerufenen Nebenwirkungen erfolgt.

Erfindungsgemäß werden antineoplastisch wirksame pharmazeutische Kombinationspräparate hergestellt, die als Wirkstoffe Verbindungen enthalten, die als Inhibitoren der Proteinkinase-C fungieren, in Kombination mit einem antineoplastisch aktiven Wirkstoff, wie beispielsweise mit Lipiden oder deren Derivate, mit cytostatisch wirksamen Verbindungen oder mit Verbindungen, die als Inhibitoren von Phospholipasen fungieren.

Insbesondere betrifft die Erfindung Kombinationspräparate von Proteinkinase-C-Inhibitoren mit cytostatisch wirksamen Verbindungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird in der Weise ausgeführt, daß man zwei Wirkstoffe, wobei der erste Wirkstoff ein

Inhibitor der Proteinkinase-C ist und der andere Wirkstoff antineoplastische Wirkung aufweist, gegebenenfalls zusammen mit pharmazeutisch üblichem Träger - oder Hilfsstoffen vermischt und zu oralen oder parenteralen Applikationsformen verarbeitet.

Dabei wird als Wirkstoff mit antineoplastischer Wirkung ein Lipid, eine Lipid-analoge Verbindung, ein Cytostatikum oder eine Verbindung mit phospholipase-inhibierender Wirkung eingesetzt, insbesondere ein Cytostatikum, wie beispielsweise Alkylantien, Metallkomplex-Verbindungen, Antimetabolite, Antibiotika, Hormonantagonisten oder Corticoide, z. B. Cyclophosphamid, Chlorambucil, cis-Diammino-dichloroplatin(II), Methotrexat, 5-Fluoruracil, Doxorubicin, Bleomycin oder Tamoxifen.

Als Wirkstoff, der als Inhibitor der Proteinkinase-C fungiert ist ausgewählt aus der Gruppe der Lipide, Phospho-, Glyko- oder Neutrallipide oder deren Derivate, wie beispielsweise Quercetin, Tamoxifen, Ilmofosin, ET-18-OCH₃ oder Staurosporin. Die antineoplastisch wirksamen pharmazeutischen Kombinationspräparate können darüber hinaus Ilmofosin und cis-Diammino-dichloroplatin(II) enthalten.

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, daß Verbindungen, die Proteinkinasen-C inhibieren, in Kombination mit antineoplastischen Wirkstoffen, wie z. B. mit Lipiden, Lipidanaloga, Cytostatica oder Inhibitoren von Phospholipasen eine synergistische Wirkung ausüben. Insbesondere wurde gefunden, daß bei der Kombination mit Cytostatika eine Verstärkung des antiproliferativen oder antitumoralen Effektes auftritt.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung soll unter dem Begriff "Proteinkinase-C-Inhibitoren" solche Verbindungen verstanden werden, die die Calcium- und Phospholipid-abhängigen Proteinkinasen-C bzw. die entsprechenden Isoenzyme in zellfreien Extrakten oder in intakten Zellen hemmen (Nishizuka (1986), Science 233, 305 - 312); Nature (1988), 334, 662 - 665. Solche Stoffe können nach üblichen Verfahren aus Naturstoffen isoliert werden, oder auch synthetisch hergestellt werden. In diesem Sinne

kommen beispielsweise die folgenden Verbindungen in Frage: Quercetin (3,3',4',5,7-Pentahydroxy-flavon, Horn, F. (1985), J. Biochem. 148, 533 - 538); Phorbol-12-myristat-13-acetat (TPA, Regazzi, R. (1986), Int. J. Cancer 37, 731 - 737); Tamoxifen (O'Brien et al. (1985), Cancer Research 45, 2462 - 2465); Staurosporin (Tamaoki, T. et al. (1986), Biochem. Biophys. Res. Comm. 135, 397 - 402); oder Lipidanaloga, wie beispielsweise schwefelhaltige Phospholipide, insbesondere Ilmofosin, oder Lysolecithine, insbesondere ET-18-OCH₃. Mit Hilfe der in Beispiel 1 beschriebenen allgemeinen Verfahren kann ohne weiteres experimentell festgestellt werden, ob eine Verbindung als Inhibitor der Proteinkinasen C wirkt und im Sinne der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

Ilmofosin und dessen Verfahren zur Herstellung ist aus EP-B-0,050,327 bekannt. Die Verbindung ist dort als Beispiel 33 mit dem systematischen Namen 3-Hexadecylmercapto-2-methoxypropanol-1-phosphorsäuremonocholinester beschrieben. Ilmofosin gehört zur Gruppe der sog. Alkyllysolecithin-Derivate und ist als Verbindung mit cancerostatische Eigenschaften bekannt.

ET-18-OCH₃, dessen systematischer Name 4-Hydroxy-7-methoxy-N,N,N-trimethyl-3,5,9-trioxa-4-phosphaheptacosan-1-aminium-4-oxid lautet, ist aus DE PS 26 19 686 bekannt. Diese Verbindung ist dort als Antitumormittel beschrieben.

Als Proteinkinase-C-Inhibitoren im Sinne der vorliegenden Erfindung kommen insbesondere Ilmofosin und ET-18-OCH₃ in Frage. Weitere bevorzugte Verbindungen sind Quercetin, Tamoxifen und Staurosporin bzw. dessen chemisch modifizierten Derivate.

Zu der Gruppe der antineoplastisch aktiven Wirkstoffen gehören unter anderem Lipide oder Lipid-Analoga, wie z.B. Phospholipide, natürlich vorkommende oder auch synthetisch hergestellte Lipide, die einen Phosphatrest enthalten.

Hierzu zählen die Glycero- und die Sphingophosphatide sowie deren Derivate. Aus der Gruppe der synthetischen Derivate sind insbesondere folgende Strukturen zu nennen: 1-O-Alkylphospholipid-Derivate, wie zum Beispiel ET-18-OCH₃ (Weltzien, H.U. et al. in: Ether Lipids. Biochemical and Biomedical Aspects; Ed. Mangold, H.K. and Paltauf, F.; Academic Press, New York, 277-308); 1-S-Alkylphospholipid-Derivate, wie zum Beispiel Ilmofosin (3-Hexadecyl-mercapto-2-methoxymethyl-propyl-1-phosphocholin); Alkyl-, Alkenyl- und Acylphosphocholin- bzw. ethanolamin-Derivate, wie beispielsweise Hexadecylphosphocholin (HPC); halogenierte Analoga von Alkyl-, Alkenyl- und Acylglycerol-Derivaten (Brackerts, H. (1987) Lipids 22, 897-903).

Zu den oben genannten Lipiden oder Lipid-Analoga gehören auch Lipide, die eine Kohlenhydratgruppe enthalten und als Glykolipide bezeichnet werden. Es werden Cerebroside und Ganglioside unterschieden. Ist der Galactoserest eines Cerebrosids mit Sulphat verestert, spricht man von Sulphatiden. Alle Sphingosin enthaltenden Lipide werden als Sphingolipide zusammengefaßt. Ferner kommen auch Neutrallipide, wie z.B. Triglyceride und Cholesteride sowie deren Derivate in Frage. Insbesondere sind in dieser Gruppe die O-Alkyl- und halogenierten Abkömmlinge des Triacylglycerols zu nennen.

Zu der Gruppe der antineoplastischen Wirkstoffe zählen ferner insbesondere die Chemotherapeutica. Darunter werden im folgenden körperfremde Substanzen verstanden, die geeignet sind und dazu verwendet werden, um Mikroorganismen, Parasiten (Antibiotika) oder Tumorzellen (Cytostatica) zu schädigen oder zu zerstören. Dabei sind insbesondere Cytostatica bzw. deren Derivate aus folgenden Cytostaticagruppen zu nennen: Alkylantien, wie z.B. Cyclophosphamid, Chlorambucil, Melphalan, Busulphan, N-Lost-Verbindungen, Mustargen; Metallkomplex-Cytostatica, wie z.B. Metallkomplexe des Platins, Palladiums oder Rutheniums, beispielsweise Cis-Diammino-dichloroplatin (II) (CDDP); Anti-metabolite, wie z.B. Methotrexat, 5-Fluoruracil,

Cytorabin; Naturstoffe, wie beispielsweise Vinblastin, Vincristin, Vindesin usw.; Antibiotika, wie z.B. Dactinomycin, Daunorubicin, Doxorubizin, Bleomycin, Mitomycin usw.; Hormone und Hormonantagonisten, wie z.B. Diethylstilböstrol, Testolacton, Tamoxifen, Aminoglutethimid; sonstige Verbindungen, wie z.B. Hydroxyharnstoff oder Procarbacin, sowie Corticoide, wie z.B. Prednisolon.

Als antineoplastische Wirkstoffe im Sinne der vorliegenden Erfindung kommen insbesondere Platin-Komplex-Verbindungen, wie beispielsweise cis-Dichloro-diammin-Platin-(II) bzw. (IV), Mustargen und Doxorubicin (Adriamycin) in Frage.

Ferner gehören zu der Gruppe der antineoplastischen Wirkstoffe auch Verbindungen, die die Phospholipasen inhibieren, wie z.B. Mepacrin (Hofmann, S.L. et al. (1982) Arch. Biochem. Biophys. 215, 237-244), Antiphlogistica, wie z.B. Indomethacin etc., Neomycin, Psychopharmaka, Trifluoperazin etc..

In besonderen Fällen kann es auch vorkommen, daß eine Verbindung sowohl in die Gruppe der bereits bekannten antineoplastischen Wirkstoffe im Sinne der oben angegebenen Definition fällt, als auch der Gruppe der Proteinkinase-C-Inhibitoren zugeordnet werden kann. Dies ist beispielsweise der Fall für Ilmofosin und ET-16-OCH₃. Dies schließt jedoch die Kombinationsmöglichkeit mit anderen antineoplastischen Wirkstoffen nicht aus, solange mindestens einer der Wirkstoffe als Proteinkinase-C-Inhibitor fungiert.

Die Anwendung einer Kombinationstherapie mit Hilfe der pharmazeutischen Präparate der vorliegenden Erfindung bietet den Vorteil der synergistischen Verstärkung der antitumoralen Wirkung der Einzelsubstanzen. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der Reduktion der Dosen und damit der Toxizitäten der Einzelsubstanzen bei gleichzeitiger Erhaltung der antitumoralen Wirksamkeit bei Kombination der Einzelsubstanzen. Eine Kombinationstherapie der oben ge-

nannten Einzeltherapieprinzipien bietet ferner die Möglichkeit der Überwindung von Cytostatika-Resistenzen, wobei sowohl Substanzgruppenresistenzen als auch Mehrfachresistenzen (pleiotrope Cytostatikaresistenz) in Frage kommen.

Bei der Anwendung der Kombinationstherapie ist es möglich, die Wirkstoffe in einer sogenannten fixen Kombination, d.h. in einer einzigen pharmazeutischen Formulierung zu verabreichen, in der beide Wirkstoffe enthalten sind, oder eine sogenannte freie Kombination zu wählen, bei der die Wirkstoffe in Form von getrennten pharmazeutischen Formulierungen gleichzeitig oder aber auch nacheinander appliziert werden können. Die Herstellung solcher Kombinationspräparate erfolgt nach üblichen in der galenischen Technik bekannten Verfahren.

Sind die Wirkstoffe Feststoffe, so können die Wirkstoffe nach üblichen Verfahren zu festen Arzneimittelpräparaten (Tabletten, Pellets, Komprimetten, Geleekapseln) verarbeitet werden, indem man z.B. beide Wirkstoffe miteinander vermischt und mit üblichen Träger- oder Hilfsstoffen zusammen beispielsweise zu Tabletten verpreßt. Es ist aber auch möglich, die Wirkstoffe zusammen mit geeigneten pharmazeutischen Hilfsstoffen getrennt voneinander in einer verkaufsfertigen Verpackungseinheit zur Verfügung zu stellen, wobei die Verpackungseinheit die beiden Wirkstoffe in getrennten pharmazeutischen Formulierungen enthält.

Werden die Wirkstoffe in Form von Injektionslösungen zur Verfügung gestellt, so können diese die in Frage kommenden Wirkstoffkombinationen in lyophilisierter Form oder bereits in fertig injizierbarer gelöster Form enthalten. Prinzipiell ist es aber auch möglich, je eine parenterale Formulierung für jeden in Frage kommenden Wirkstoff in einer einzigen Verpackungseinheit zur Verfügung zu stellen, so daß die Injektionslösungen gegebenenfalls ge-

trennt voneinander appliziert werden können. Bei Unverträglichkeiten der Wirkstoffe miteinander ist diese Form der Anwendung die bevorzugte Methode.

Im Falle der parenteralen Darreichungsform können die Wirkstoffe auch in Substanz, gegebenenfalls zusammen mit üblichen pharmazeutischen Hilfsstoffen, beispielsweise in lyophilisierter Form vorliegen und durch Zugabe von pharmazeutisch üblichen Injektionsmedien rekonstituiert oder solubilisiert werden.

Die pharmazeutischen Präparate kommen in flüssigen oder fester Form zur enteralen oder parenteralen Applikation. Hierbei kommen alle üblichen Applikationsformen in Frage, beispielsweise Tabletten, Kapseln, Dragees, Sirupe, Lösungen, Suspensionen. Als Injektionsmedium kommt vorzugsweise Wasser zur Anwendung, welches die bei Injektionslösungen üblichen Zusätze wie Stabilisierungsmittel, Lösungsvermittler und Puffer enthält. Derartige Zusätze sind z.B. Mannit, Tartrat- und Citratpuffer, Ethanol, Komplexbildner wie zum Beispiel Ethylendiamintetraessigsäure und deren nichttoxischen Salze, sowie hochmolekulare Polymere wie flüssiges Polyethylenoxid zur Viskositätsregelung. Flüssige Trägerstoffe für Injektionslösungen müssen steril sein und werden vorzugsweise in Ampullen abgefüllt. Feste Trägerstoffe sind zum Beispiel Stärke, Lactose, Kieselsäuren, höhermolekulare Fettsäuren wie Stearinsäure, Gelatine, Agar-Agar, Calciumphosphat, Magnesiumstereat, tierische und pflanzliche Fette, feste hochmolekulare Polymere wie Polyethylenglykole; für orale Applikation geeignete Zubereitungen können gewünschtenfalls Geschmacks- und Süßstoffe enthalten.

Die Dosierung kann von verschiedenen Faktoren, wie Applikationsweise, Spezies, Alter und individuellen Zustand abhängen. Die täglich zu verabreichenden Dosen liegen bei etwa 0.05 - 100 mg/kg Körpergewicht pro Einzelkomponente. Beispielsweise kann im Falle einer Kombination von CDDF

und Quercetin eine Dosis von 1 - 10 mg/kg, insbesondere 3 mg/kg CDDP, oder 10 - 50 mg Quercetin, insbesondere 20 mg/kg verwendet werden. Die Menge des jeweiligen Wirkstoffes pro Darreichungsform variiert zwischen 5 und 1 000 mg.

Bei den Kombinationspräparaten kann sich das Verhältnis zwischen den als Inhibitoren der Proteinkinase-C fungierenden Wirkstoffen und den Lipiden, Lipidanaloga, Cytostatica oder Inhibitoren der Phospholipasen in einem weiten Bereich bewegen. So sind beispielsweise molare Verhältnisse zwischen 1 : 1 000 und 1 000 : 1 möglich, je nach Wirksamkeit der in Frage kommenden Wirkstoffe. Im Falle der Kombination mit Cytostatica ist ein Verhältnis zwischen 1 : 100 und 100 : 1 bevorzugt. Insbesondere kommt bei der Kombination von Ilmofosin oder ET-18-OCH₃ mit cis-Diamminodichloro-platin(II) ein Verhältnis von 1 : 50 bis 50 : 1, bevorzugt jedoch von 1 : 1 bis 50 : 1 in Frage.

Im Sinne der vorliegenden Erfindungen kommen beispielsweise die folgenden Kombinationspräparate in Frage:

Proteinkinase-C Inhibitor	Antineoplastischer Wirkung	Molares Verhältnis
A	B	A : B
Quercetin	cis-DDP	ca. 100 : 1
Quercetin	Mustrogen	ca. 800 : 1
Tamoxifen	cis-DDP	ca. 10 : 1
Staurosporin	cis-DDP	ca. 1 : 100
Ilmofosin	cis-DDP	ca. 10 : 1
ET-18-OCH ₃	cis-DDP	ca. 10 : 1

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einigen Beispielen näher erläutert. Die folgenden Beispiele belegen die synergistische Wirkung einiger repräsentativer Kombinationspräparate, und stehen stellvertretend für den in den Ansprüchen näher gekennzeichneten Erfindungsgedanken:

Beispiel 1:

Allgemeines Verfahren zur Untersuchung von Verbindungen hinsichtlich ihrer Funktion als Inhibitor oder Protein-kinase-C.

a) Reagentien

Folgende Reagentien wurden verwendet:

Pferdeserum und DMEM (Dulbeccos modified minimal essential medium), Cis-Diammino-dichloro-platin(II), (gamma-³²P)-ATP (10 Ci/mmol) und ³²P-Orthophosphat, UK; GF/F-Filter und DE-52-Cellulose, Leupeptin, Aprotinin, Quercetin (3, 3', 4', 5, 7-pentahydroxyflavon), Tamoxifen, 12-O-etradecanoylphorbol-13-acetat (TPA), β -Glycerophosphat, Histon H1 (Typ III S), 3-N-Morpholino-propan-sulfonylsäure (MOPS), L-alpha-Phosphatidyl-L-serin und 1,2-sn-Diolein, Proteinkinase-C, Tris-(hydroxymethyl)-aminomethan (TRIS-HCl), Ethylenglykol-bis-(aminoethyl)-tetraessigsäure (EGTA), Natriumdodecylsulfat (SDS) und Triton X-100, Mustragen (HN2), Staurosporin. Doxorubicin (Adriamycin, Adriablastin^R), Ilmofosin wurde wie von Bosies et al. (Lipids, (1987), 22, 947 - 951) beschrieben synthetisiert. Für die Untersuchungen wurde eine Stammlösung von 100 μ m/ml Ilmofosin in DMEM plus 10 % fötales Kälberserum (FCS) verwendet. Die Stammlösung wurde bei 4 °C gelagert.

b) Hemmung der Proteinkinase C (PK-C) - (in vitro Methode)

Proteinkinase C wurde aus Walker-Zellen durch Chromatographie an DEAE-Cellulose der Zellextrakte nach der von Kreutter et al. (J.Biol.Chem. 260, 5979-5984 (1985)) beschriebenen Methode angereichert. Zu den Extrakten wurde jedoch zusätzlich 1 mM Phenylmethan-sulfonyl-fluorid, 20 $\mu\text{g/ml}$ Leupeptin und 2 $\mu\text{g/ml}$ Aprotinin zugegeben. Die Proteinkinase C Aktivität wurde durch Messung des ^{32}P -Einbaus von $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{-ATP}$ in H1 Histon nach der Methode von Fabbro et al. (Arch. Biochem. Biophys. 239, 102 - 111 (1985)) bestimmt. Die Reaktionsmischung (125 μl) enthielt 0.5 μCi $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{-ATP}$, 40 mM Tris-HCl, pH 7.4, 1mM CaCl_2 , 700 μM EGTA, 50 μg Histon, 6.75 μg L-alpha-Phosphatidyl-L-serin und 0.675 μg 1,2-s,n-diolein. Die Reaktionszeit betrug 10 Minuten bei 32 C. Die Enzymreaktion wurde durch Zugabe von 1 ml 20 % Trichloressigsäure (w/v) gestoppt. Das Protein wurde auf Whatman GF/F-Filterpapier ausgefällt und mit Hilfe eines Flüssigszintillationszählers gezählt.

c) Hemmung der Proteinkinase C' (PK-C') - (in vivo Methode) Phosphorylierung von ribosomalem Protein S6

Zellen wurden in DMEM mit 0.5 % Pferdeserum (v/v) über einen Zeitraum von 15 h gezüchtet und dann in phosphatfreiem Medium inkubiert. Nach 1 h wurden 4 $\mu\text{Ci/ml}$ ^{32}P -Orthophosphat und nach weiteren 30 Minuten 0.5 μM TPA (12-O-Tetradecanoylphorbol-13-acetat) und 50 μM Quercetin zugegeben. Die Zellen wurden in 50 mM Tris-HCl, pH 7.5, 25 mM KCl, 5 mM MgCl_2 , 0.33 M Sacharose, 1 % Triton X-100 (v/v), 1 mM Phenylmethansulfonylchlorid, 20 $\mu\text{g/ml}$ Leupeptin, 2 $\mu\text{g/ml}$ Aprotinin und 80 mM β -Glycerophosphat lysiert. Das Lysat wurde nach 10 Minuten bei 0 C bei 30,000 g 10 Minuten lang zentrifugiert. Die Pellets wurden einmal durch Resuspension mit dem Lyse-Puffer gewaschen und anschließend bei 30,000 g zentrifugiert. Die Überstände wurden vereinigt und bei

100,000 g 3 Stunden lang zentrifugiert. Die Pellets wurden in 8 M Harnstoff resuspendiert und für 10 Minuten gekocht. Die Extrakte wurden durch eindimensionale SDS-Gelelektrophorese in 15-%-igen Polyacrylamid-Gelen analysiert (Laemmli, U.K. (1970), Nature 227, 680-685). Nach Blotten des Gels auf Nitrocellulose wurde das S6-Protein identifiziert durch Zugabe von anti-S6-Antiserum.

Beispiel 2:

Quercetin als Inhibitor der Proteinkinase C

Wie in Beispiel 1 näher beschrieben wurde der Einfluß von Quercetin auf die Proteinkinase C und auf die Vermehrung von Walker-Carzinoma-Zellen in Kultur untersucht.

Quercetin wurde in Dimehtylsulfoxid (DMSO) solubilisiert. Die Lösung in DMSO wurde zur Ansatzmischung bis zu einer DMSO-Endkonzentration von 1 % zugegeben. Eine äquivalente Menge von reinem DMSO wurde zu der Kontrollgruppen zugegeben. Der Einfluß von Quercetin auf die Zellvermehrung wurde durch Zugabe des Wirkstoffes in DMSO zum Kulturmedium bis zu einer Endkonzentration von 0.1 % untersucht. Die Zellen wurden in Gegenwart des Wirkstoffes 48 Stunden lang gezüchtet. Die Kontrollgruppe erhielt lediglich reines DMSO. 100 % der Proteinkinase C Aktivität entspricht 44.8 pmol/min auf H1 übertragenem ^{32}P .

Aus den erhaltenen Daten geht hervor, daß Quercetin als Inhibitor der Proteinkinase C fungiert ($\text{IC}_{50} = 25 \text{ } \mu\text{M}$).

Beispiel 3:

Tamoxifen als Inhibitor der Proteinkinase C

Analog wie in Beispiel 2 beschrieben wurde der Einfluß von Tamoxifen auf die Proteinkinase C untersucht. Aus den erhaltenen Daten konnte der IC_{50} -Wert zu 11.20 μM bestimmt werden.

Beispiel 4:

Staurosporin als Inhibitor der Proteinkinase

Analog wie in Beispiel 2 beschrieben wurde der Einfluß von Staurosporin auf die Proteinkinase C untersucht. Der IC_{50} -Wert konnte zu $0.048 \mu M$ bestimmt werden.

Beispiel 5:

Ilmofosin als Inhibitor der Proteinkinase C

Analog wie in Beispiel 2 beschrieben wurde der Effekt von Ilmofosin auf die Proteinkinase C untersucht. Der IC_{50} -Wert beträgt $20 \mu M$.

Beispiel 6:

ET-18-OCH₃ als Inhibitor der Proteinkinase C

Analog wie in Beispiel 2 beschrieben wurde der Einfluß von ET-18-OCH₃ auf die Proteinkinase C untersucht. ET-18-OCH₃ inhibiert ebenso wie Ilmofcsin die Proteinkinase C ($IC_{50} = 24.8 \mu M$).

Beispiel 7:

Allgemeines Verfahren zur Bestimmung des synergistischen Effektes einer Kombination aus Proteinkinase-C-Inhibitor und einem antineoplastischen Wirkstoff.

- a) Walker Karzinoma-Zellen von Ratten wurden in Suspensionen von DMEM (Dulbeccos Modified Minimal Essential Medium) mit einem 10 %-igen Anteil (v/v) von Pferdeserum und 25 mM MOPS-Puffer (pH 7.35 bei 20 C) bei einer Temperatur von 36.8 C gezüchtet. Dosis-Wirkungs-Kurven für einzelne Wirkstoffe oder Wirkstoffkombinationen wurden erhalten durch Zugabe der ent-

sprechenden Wirkstoffe zu einer Suspension von Walker-Zellen (10^5 Zellen/ml). Nach einer Inkubationszeit von 48 h wurden die Zellen mit Hilfe eines elektronischen Zählers (Coulter-Electronics, Luton, UK) gezählt. Die Vermehrung der Zellen (M) wurde nach folgender Formel berechnet: $M = (T_t - T_0) / (C_t - C_0) * 100$, wobei C für die unbehandelten Kontroll-Zellen steht, T die Anzahl der behandelten Zellen bedeutet, und die Indices 0 und t für die Zahl der Zellen zum Zeitpunkt 0 und nach 48 h steht.

Nach der von Chou und Talalay (Eur. J. Biochem. (1981), 115, 207 - 216 und Advances Enzyme Regul. (1984), 22, 27 - 54) beschriebenen Methode wurde der synergistische Effekt der Wirkstoffkombinationen bestimmt. Die zur Berechnung verwendeten Daten beruhen auf mindestens drei verschiedenen Experimenten. Das Berechnungsprogramm wurde bei Elsevier Biosoftware, Cambridge, UK bezogen (Dose effect analysis with microcomputers).

b) [^3H]-Thymidin Einbau

Der cytostatische bzw. cytotoxische Effekt der Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen auf MethA-Fibrosarkoma-Zellen wurde in vitro anhand des verringerten [^3H]-Thymidineinbaus untersucht. Die Zellen wurden bis zu einer Endkonzentration von 5×10^4 /ml in Abwesenheit der Wirkstoffe suspendiert in DMEM, 10 % FCS, 50 μM 2-Mercaptoethanol, 100 U/ml Penicillin, 100 $\mu\text{g/ml}$ Streptomycin. Die Wirkstoffe wurden in einem Volumen von 20 μl zu den Zellen hinzugefügt. Pro Konzentration wurden 6 Kulturen zu 0.2 ml angesetzt und in Mikrotiterplatten bei feuchtem Klima inkubiert. Die Kulturen wurden 3 Std. mit 1 μCi (27 kBq/Zelle) [Methyl- ^3H]-Thymidin (spezifische Aktivität 5 Ci/mmol) gepulst. Die Proben wurden anschließend geerntet und mehrfach gewaschen. Die Filterplatten wurden getrocknet und in Szintillationsgläsern überführt. Der radioaktive Einbau wurde nach Zugabe von Rotiszint gemessen.

Beispiel 8:

Synergistischer Effekt von Quercetin und cis-Diammino-
dichloro-platin (II) (cis-DDP)

Wie in Beispiel 7a beschrieben wurde der Einfluß von cis-DDP, Quercetin und einer Mischung von Quercetin/cis-DDP (molares Verhältnis 100:1) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Die Zellen wurden in Gegenwart der jeweiligen Wirkstoffen für eine Dauer von 48 Stunden gezüchtet. Das Ergebnis geht aus Tab. 1 hervor.

Beispiel 9:

Synergistische Kombination von Quercetin und Mustargen

Wie in Beispiel 7a angegeben wurde der Einfluß von Quercetin, Mustargen und einer Mischung von Quercetin/Mustargen (molares Verhältnis 800:1) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Das Ergebnis geht aus Tab. 1 hervor.

Beispiel 10:

Synergistische Kombination von Tamoxifen und cis-DDP

Wie in Beispiel 7a angegeben wurde der Einfluß von Tamoxifen, cis-DDP und einer Mischung aus Tamoxifen/cis-DDP (molares Verhältnis 10:1) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Das Ergebnis geht aus Tab. 1 hervor.

Beispiel 11:

Synergistische Kombination von Staurosporin und cis-DDP

Wie in Beispiel 7a angegeben wurde der Einfluß von Staurosporin, cis-DDP und einer Mischung aus Staurosporin/cis-DDP (molares Verhältnis 1:100) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Das Ergebnis ist in Tab. 1 angegeben.

Beispiel 12:

Synergistische Kombination von Ilmofosin und cis-DDP

Wie in Beispiel 7a angegeben wurde der Einfluß von Ilmofosin, cis-DDP und einer Mischung von Ilmofosin/cis-DDP (molares Verhältnis 10:1) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Das Ergebnis geht aus Tab. 1 hervor.

Beispiel 13:

Synergistische Kombination von ET-18-OCH₃ und cis-DDP

Wie in Beispiel 7a angegeben wurde der Einfluß von ET-18-OCH₃, cis-DDP und einer Mischung von ET-18-OCH₃ (molares Verhältnis 10:1) auf Walker-Sarkoma-Zellen von Ratten untersucht. Ähnlich wie in Beispiel 12 beschrieben ist auch in diesem Falle eine synergistische Wirkung festzustellen (vgl. Tab. 1).

Tab. 1 Hemmung der zellulären Replikation und Verstärkung des antiproliferativen Effektes; Zusammenstellung der IC₅₀-Werte:

Bsp.	Protein-kinase C Inhibitor	Hemmung der Proteinkinase C IC ₅₀ [μ M]	(1) Zell-Proliferation IC ₅₀ [μ M]	IC ₅₀ [μ M] (1) Zell-Proliferation in Kombination mit cis-DDP	(2) Art der Aktivität
2, 8	Quercetin	25	23	3.8	Synergismus
2, 9	Quercetin	25	23		Synergismus
3, 10	Tamoxifen	11.20	12.44	2.24	Synergismus
4, 11	Staurosporin	0.048	0.04	0.004	Synergismus
5, 12	Ilmofosin	0.56	20	2	Synergismus
6, 13	Et-18-OCH ₃	24.8	5.8	1.7	Synergismus
	cis-DDP	> 1000	0.23	-	-

- (1) Unter dem IC₅₀-Wert versteht man diejenige Konzentration des Inhibitors, bei der eine 50%-ige Hemmung der Proteinkinase C oder der Zellproliferation erreicht wird.
- (2) Die Berechnungsgrundlage hinsichtlich des synergistischen Effektes erfolgte nach der Methode von Chou und Talalay (Advances Enzyme Regul. 22, 27 - 54 (1984)).

Beispiel 14:

Wie in dem allgemeinen Verfahren in Beispiel 7b) beschrieben wurden die IC₅₀-Werte für eine Kombination von Ilmofosin mit CDDP bzw. Doxorubicin bestimmt. Das Ergebnis geht aus der Tabelle 2 hervor.

Tab. 2: Hemmung der Tumorzellen-Proliferation

Inhibitor PK-C A	Antineopl. Wirkstoff B	Verhältnis A:B	IC ₅₀ [/ug/ml]
Ilmofosin	CDDP	100 : 1	1.09
Ilmofosin	Doxorubicin	100 : 1	1.11
Ilmofosin	-	-	1.06

Beispiel 15:

Herstellung von pharmazeutischen Formulierungen

Die als Wirkstoffe ausgewählten Verbindungen A und B können in verschiedenen galenischen Formulierungen verwendet werden. Die nachstehend angegebenen Beispiele betreffen galenische Zubereitungen, die einen mit dem Buchstaben A bezeichneten Wirkstoff als Proteinkinase-C-Inhibitor enthält und einen mit dem Buchstaben B bezeichneten antineoplastischen Wirkstoff.

a) Tabletten

<u>Mischung I</u>		<u>Mischung II</u>	
Wirkstoff A	50 mg	Wirkstoff B	50 mg
Stärke	180 mg	Siliciumdioxid	100 mg
Magnesiumstearat	20 mg	Laktose	100 mg
		Aerosil	5 mg

Mischung I und II werden getrennt voneinander trocken oder feucht granuliert. Anschließend werden sie unter Zusatz von 5 mg Talkum miteinander vermischt und zu Tabletten verpreßt.

b) Kapseln

<u>Mischung I</u>		<u>Mischung II</u>	
Wirkstoff A	50 mg	Wirkstoff B	200 mg
Lactose	110 mg	Polyvinylpyrrolidon	10 mg
Maisstärke	20 mg	Maisstärke	100 mg
Gelantine	8 mg	Ceetina HR	10 mg
Magnesiumstearat	12 mg		

Die beiden Mischungen I und II werden getrennt voneinander nach üblichen Verfahren granuliert. In einem geeigneten Mixer werden die beiden Granulate in dem gemischten Mischungsverhältnis miteinander vermischt und das Pulver im Mixer mit Talkum versetzt. Anschließend wird die Mischung maschinell in Hartgelantinekapseln abgefüllt.

c). Injektionslösung i.m. oder i.v.

Eine spritzfertige i.v.-Injektionslösung enthält

Wirkstoff A	50 mg
Wirkstoff B	100 mg
Natriumchlorid	20 mg
Natriumacelat	6 mg
dest. Wasser ad	5 ml

Eine spritzfertige i.m.-Injektionslösung enthält

Wirkstoff A	100 mg
Wirkstoff B	100 mg
Benzylbenzoat	1 g
Injektionsöl	5 ml